

Aus der Klinik für Kieferchirurgie und plastische Gesichtschirurgie
Im Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin
Leiter: Prof. Dr. Dr. Rudolf Stellmach

Keramikaugmentation im Unterkiefer

DISSERTATION

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Dr. med. Michael Bunte
aus Echte

1977

Aus der Klinik für Kieferchirurgie und plastische Gesichtschirurgie im Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin
Leiter: Prof. Dr. Dr. Rudolf Stellmach

Keramikaugmentation im Unterkiefer

Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin



vorgelegt von
Dr. med. Michael Bunte
aus Echte

Referent: Prof. Dr. Dr. R. Stellmach

Korreferent: Prof. Dr. G. Friedebold

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches
Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der
Freien Universität Berlin

Promoviert am: 31.5.1977



Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Einleitung	1
2. Auto- und heteroplastischer Knochenersatz des Alveolarfortsatzes	5
3. Alloplastischer Knochenersatz am Unterkiefer	8
4. Augmentation durch Knochenverschiebeplastiken	13
5. Bioaktive Keramiken	
a. Resorbierbare Keramik	15
b. Biogläser und Glaskeramiken	16
6. Fragestellung und Methodik	18
a. Stufenförmige Osteotomie	19
b. Zentrale, kastenförmige Osteotomie	21
7. Tierexperimentelle Untersuchungen	25
a. Partielle Resektion am Unterkiefer	27
b. Partielle Resektion mit brückenförmigem Interponat	29
c. Unterkieferranderhöhung	33
8. Augmentation am Menschen. Kasuistik	36
9. Diskussion	
a. Indikation	54
b. Literaturdiskussion	56
c. Tierversuche	61
d. Operationsverfahren am Menschen	
I. Stufenförmige Osteotomie	64
II. Zentrale, kastenförmige Osteotomie und subperiostale Implantate	66
III. Kastenförmige Osteotomie mit zentralem Implantat	67
10. Zusammenfassung	71
11. Literaturverzeichnis	73

1. Einleitung

Ein alter Traum und eine immer wieder neue Herausforderung in der Medizin ist der Versuch, menschliches Gewebe möglichst alloplastisch zu ersetzen. Dabei hat die Entwicklung der Medizin, in letzter Zeit besonders der Biochemie und Biophysik, wesentliche Fortschritte möglich gemacht.

Auf dem Gebiet der Knochenchirurgie wurden vor allem die Metalle soweit vervollkommen, daß sie heute als inertes Osteosynthesematerial breite Verwendung in allen Operationssälen gefunden haben. Im Gegensatz dazu stellen Metalle für belastete Implantate nicht die geeignete Dauerlösung dar. Das gilt sowohl für Hüftgelenksendoprothesen wie für Zahnwurzelimplantate. Auch andere Werkstoffe wie Methylmetacrylat oder Aluminiumoxidkeramik - um hier nur die bedeutendsten zu nennen - erfüllen nicht alle Forderungen, die an ein ideales Knochenersatzmaterial gestellt werden müssen: Es sollte nicht toxisch sein, keine antigene Wirkung haben, mechanisch belastbar, leicht sterilisierbar und gut zu bearbeiten sein, keine Resorptionen des umliegenden Knochens verursachen und nicht selbst resorbiert werden, es sollte mit dem Knochen eine feste chemische, nicht nur physikalisch strukturelle Verbindung eingehen und möglichst den gleichen Elastizitätsmodul besitzen.

Die zahlreichen Experimente mit den verschiedensten Materialien und die Entwicklung immer neuer Werkstoffe sind Ausdruck dafür, daß das Ideal noch nicht erreicht ist, wenn auch der Grad der Biokompatibilität verbessert werden konnte.

Im folgenden werden für die Kieferchirurgie die Geschichte der Knochenersatzmaterialien auf dem Teilgebiet der praeprothetischen Alveolarkammrekonstruktion nachgezeichnet und eigene Methoden und Ergebnisse mit einer neuartigen Glaskeramik dargestellt.

Ausgangspunkt der operativen Verbesserung des funktionell insuffizienten Prothesenlagers ist die Alveolarkamoplastik, die relative Erhöhung des Kieferwalles durch Absenken des Vestibulums und des Mundbodens. Diese Techniken verbinden sich mit den Namen KAZANJIAN (1922), PICHLER (1930), WASSMUND (1931), TRAUNER (1950), THOMA (1952) und vielen anderen, und gehören heute zum Standardrepertoire der präprothetischen Chirurgie. Eine ausführliche Zusammenfassung der Methoden und Ergebnisse stammt von ESKICI (1972). Bei hochgradiger Atrophie des Knochens ist besonders im Unterkiefer eine Mundboden- oder Vestibulumextension nicht mehr möglich. TERRY (1974) gibt als Grenzwert 1,5 cm Höhe im Kinnbereich an. HOFER (1958) weist darauf hin, daß häufig eine sehr geringe Neigung der labialen Knochenfläche eine einfache Vestibulumplastik wenig sinnvoll macht. In diesen Fällen schlägt er eine Aushöhlung des Knochens vor.



Abb. 1: Flacher, pseudoprogener Unterkiefer bei Altersinvolution

In Abb. 1 ist solch ein zwar ausreichend dicker, aber flach geneigter Unterkiefer im Kinnbereich zu sehen. Durch eine Vestibulumplastik kann hier nur dann ein verbesserter Prothesensitz gewährleistet werden, wenn das Vestibulum bewußt überextendiert wird, eine Gefahr auf die STEINHÄUSER (1971) hingewiesen hat.

Neben der rein technisch bedingten Begrenzung von etwa 1,5 cm Unterkieferhöhe (TERRY 1975), gibt es noch andere Gesichtspunkte, die eine Vestibulumplastik häufig als nicht ausreichend erscheinen lassen:

Der Verlust der Unterkieferhöhe bedeutet nicht nur ein technisches Problem bei der Eingliederung von Prothesen, sondern er ist auch von erheblicher funktioneller Bedeutung insofern, als die Knochenresorption eine Bißsenkung zur Folge hat. Bei starkem Kieferknochenabbau erfordert das eine kompensatorisch hohe Prothese, die wiederum statisch besonders ungünstig ist und durch große Kippmomente das im Regelfall schon ungünstige Prothesenlager noch weiter verschlechtert. Eine konventionelle Vestibulumplastik kann kein Ausweg aus diesem circulus vitiosus sein. Als Therapie der Wahl muß die rekonstruktive Wiederherstellung der ursprünglichen Unterkieferhöhe angestrebt werden. Das Ausmaß der Bißsenkung ist an der absoluten Kieferhöhe nicht abzulesen, da nur die Differenz zum Ausgangswert relevant ist

Als Beispiel dafür diene ein 66jähriger Patient, der bei einer zentralen Unterkieferhöhe von 20 mm (gemessen am Fernröntgenbild) unter den Symptomen einer Bißsenkung litt: Der Patient war Bäcker und verlor - wie sehr häufig in diesem Beruf - schon mit 27 Jahren die Zähne. Länger als 14 Tage hielt bisher noch keine Prothese gut. Häufig litt er unter Schmerzen bis in die Schläfen und Rauschen und Druckgefühl in den Ohren. Um die Beschwerden zu lindern, legte er dann seinen Zeigefinger zwischen die Zahnreihen oder unterfütterte die Prothesen mit einer doppelten Lage Kaugummi.

Besonders wichtig erscheint die Kieferkammerhöhung im Frontzahnbereich. OBWEGESER schrieb 1967: "Beim zahnlosen Unterkiefer kommt es außerdem durch die Streckung des Kieferwinkels zu einer nach vorne abfallenden schiefen Ebene, so daß die Prothese dann in das Vestibulum gedrückt wird und die bekannten Prothesenfibrome verursacht. Am Unterkiefer muß also sowohl die Höhe im ganzen und beim total zahnlosen Unterkiefer in der Front im besonderen ersetzt werden, um wieder eine zur Oberkieferkammlinie passende Unterkieferkammlinie zu gewinnen". Wichtig ist auch eine weite Prothesenextension im Kinnbereich um ein Zurückgleiten der Prothese zu vermeiden, während möglichst lange linguale Extensionen ein Seitwärts- und Vorwärtsgleiten verhindern. Bei entsprechender Ausgestaltung der frontalen Tasche können hier allerdings auch horizontale und vertikale Kraftvektoren aufgefangen werden.

Ein weiterer und wie uns scheint wichtiger Aspekt ist die Gesichtsaesthetik. Die Involution gerade des Unterkiefers führt zu Veränderungen, die für das Greisengesicht charakteristisch sind: Das Kinn wird spitz, flach und scheinbar prognath, die Lippen fallen ein, der Mund und die Wangen werden faltig. Besonders jüngere Menschen leiden naturgemäß unter dieser durch Zahnverlust bedingten vorzeitigen Gesichtsalterung, obwohl das Bewußtsein für Aesthetik kein Privileg der Jugend ist und mehr und mehr auch für ältere Patienten therapeutisch relevant wird.

Auch in diesen Fällen wird man eine Verbesserung durch die konventionelle Vestibulum- und Mundbodenplastik nicht erwarten können. Man riskiert sogar das Gegenteil, da eine bis zum Unterkiefferrand extendierte Prothese ein plumpes, unnatürliches Kinn formt. Auch hier bringt nur die möglichst vollständige Wiederherstellung der Unterkieferkontur therapeutischen Nutzen.

Schließlich sei noch auf die topisch bedingten Folgen der Alveolarkammatrophy hingewiesen, die häufig darin resultieren, daß das foramen mentale auf dem Restkieferkamm liegt und bei Prothesendruck dauernde Schmerzen verursacht.

Bei starker Atrophie ist es häufig nicht möglich, das foramen zu verlegen, da der Kanal direkt unter der cranialen Knochenlamelle verläuft. Hier wäre ein Verfahren sinnvoll, das das foramen mentale überbrückt oder aber so schützt, daß es durch Prothesendruck nicht irritiert werden kann. Jedenfalls scheint das durch eine Vestibulumplastik nicht möglich zu sein.

Unter Berücksichtigung all dieser Gesichtspunkte ist es folgerichtiger, den verlorengegangenen Knochen rekonstruktiv zu ersetzen.

2. Auto- und heteroplastischer Knochenersatz des Alveolarfortsatzes

Die zunächst naheliegende Methode war der Aufbau des atrophierten Unterkieferkörpers mit Knochen. Basierend auf den Erfahrungen und Ergebnissen, die während des 2. Weltkrieges in der allgemeinen Knochenchirurgie gesammelt wurden, fand die Osteoplastik Eingang in die praeprothetische Chirurgie.

1943 gelang CLEMENTSCHITSCH die erste rekonstruktive Alveolarkammplastik mit autologem Knochen vom Beckenkamm (zit. n. HOFER). Nach der Einführung der Antibiotica konnten Osteoplastiken zunehmend mit geringerem Risiko durchgeführt werden.

SCHMID transplantierte 1954 einen Knochenspan aus einer Rippe, GERRY führt 1956 die autologe Beckenkammtransplantation im amerikanischen Schrifttum ein. In seiner Arbeit beginnt die Auseinandersetzung über unterschiedliche Resorptionsquoten bei

autologem, hetero- oder homologem Knochen. Letztere wurden von CONVERSE 1950 zur plastischen Wiederherstellung von Gesichtskonturen angegeben. Gleichfalls 1956 berichten BLACKSTONE und PARKER über tierexperimentelle Studien, in denen sie (nach KRUEZ und HYATT) gefriergetrockneten Knochen, Knorpel und Aortagewebe als Knochenersatzmaterial verglichen. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß Knorpel in 60 %, Knochen nur in 30 % Erfolge zeitigten. In einem menschlichen Fall implantierten sie daher gefriergetrockneten Knorpel.

In der Folgezeit wurden von zahlreichen Autoren autologe, homologe und heterologe Knochenplastiken vorgenommen, die sich mit den Namen HOFER (1964), OBWEGESER (1967), SEINHAUSER (1967), BELL (1968), YEAGER und BOYNE (1969), LANE et al. (1972), NARANG et al. (1972) und TERRY et al. (1974) verbinden.

Auch wenn tierexperimentelle Ergebnisse gut waren und in der klinischen Anwendung am Menschen primär Erfolge erzielt wurden, so scheinen mehrjährige Nachuntersuchungen doch zu beweisen, daß der transplantierte Knochen - auch der autologe - erheblich resorbiert wird (THOMPSON u. CASSON, 1970). WANG et al. berichten 1976 über eine Resorptionsrate der autologen Transplantate von 45 % im ersten Jahr, 78 % im 2. Jahr, 89 % im dritten Jahr. Bei einem Patienten, der nach 3 1/2 Jahren nachkontrolliert wurde, war nahezu der gesamte transplantierte Knochen resorbiert. Zu ähnlichen Werten kommen BIRD et al. 1974, die eine Resorptionsrate von 30 bis 50 % nach einem Jahr konstatieren. DAVIS et al. (1975) kommen zwar zu etwas günstigeren Werten und finden auch nach 6 Jahren noch eine Verbesserung gegenüber dem Ausgangszustand, sie resümieren jedoch: "This technique does not fulfil the ideals of a permanently high ridge and a permanently strong mandible".

Den zweiten und von BLACKSTONE und PARKER 1956 zumindest tierexperimentell als erfolgreicher angegebenen Weg der Knorpeltransplantation beschreibt bereits 1950 BRACHMANN, als er frischen Leichenknorpel zum Aufbau des atrophierten Unterkiefers implantierte (zit. nach HOFER). Umfangreiche Untersuchungen zur Knorpeltransplantation finden sich in der Monographie von KRÜGER (1964), weitere Ergebnisse stammen von KRÜGER 1965 u. 1966 und LYE 1971.

Eine Nachuntersuchung von 40 mit Knorpelimplantationen versorgten Patienten nach 1 - 16 Jahren von BULL et al. (1975) ergab zwar langjährige, wenn auch nicht sehr eindrucksvolle Verbesserungen, aber auch eine relativ hohe Komplikationsrate von etwa 50 %, so daß das Verfahren nur für Ausnahmefälle empfohlen wird.

Seine negative Einstellung zur Knochen- und Knorpeltransplantation äußerte bereits 1958 G.O.KRUGER, der die klassischen Methoden von COLLETT, KAZANJIAN und CLARK wegen der starken Resorptions- und Infektionsanfälligkeit als wenig erfolgversprechend ablehnt.

1973 untersuchte De VORE im Tierversuch heterologes Kollagen als Knochenersatzmaterial, schränkt die praktische Verwertbarkeit jedoch selbst ein, da der Abbau unkontrolliert verläuft und der quantitative Knochenersatz unsicher ist.

Eine recht ausgefallene Methode der Unterkieferaugmentation bei hochgradiger Atrophie beschreibt FORMAN (1976). Er verpflanzte an zwei Patienten Rippenknochen an die Unterkante des Unterkiefers und führte später Vestibulumplastiken durch.

3. Alloplastischer Knochenersatz am Unterkiefer

Als Ziel biochemischer und biophysikalischer Forschung nimmt der alloplastische Gewebersatz einen breiten Raum in der Literatur ein. Verständlich, weil die Vorteile alloplastischer Implantate auf der Hand liegen: Sie sind in beliebiger Menge herstellbar, Konsistenz, Struktur und Form können dem Verwendungszweck entsprechend vorgegeben werden, sie sind leicht sterilisierbar und biologische Abwehrreaktionen sind - im Gegensatz zu homoio- und heteroplastischem Gewebe - auf Grund der einfacheren und stabileren chemischen Struktur leichter vermeidbar.

Historische Überblicke über alloplastische Implantationsmaterialien finden sich bei AMLER, BAHN und PERNELL.

Ein wesentlicher Nachteil auch der inerten oder biokompatiblen Werkstoffe der jüngsten Zeit ist die Eigenart, mit biologischem Gewebe keine Verbindung einzugehen, d. h. sie liegen im günstigsten Fall reaktionslos im Gewebe oder werden langsam resorbiert. Um aber dennoch eine Ortsständigkeit zu gewährleisten und einen besseren Infektionsschutz zu erhalten, wurde von AMLER et al. (1958), nach der Erfahrung von GRINDLAY und WAUGH in der Abdominal- und Thoraxchirurgie, Polyvinyl-Schwamm in die Knochenchirurgie eingeführt. In histologischen Untersuchungen an Ratten konnte er nachweisen, daß sich zwischen dem Implantat und der Knochenmarkhöhle eine strukturelle Verbindung ausbildete, nicht jedoch auf cortikalem Knochen. In die Zwischenräume des Schwammes wuchs zunächst Bindegewebe ein, es bildeten sich osteogenes Gewebe mit Grundsubstanz und schließlich calcifizierte spiculae. Der Kunststoff wurde langsam resorbiert und von Knochen ersetzt.

Ähnliche Untersuchungen stammen von STRUTHERS (1955) ebenfalls mit Polyvinylschwamm; DRESSER und CLARK (1959) untersuchten Polyvinyl-Harz und LEWIN-EPSTEIN (1960) Polyvinyl-Alkohol-

Schwamm. Nachuntersuchungen der tierexperimentellen und humanen Implantate zeigten jedoch deutliche Resorptionen bis zu 30 % ohne kompensatorischen Knochenersatz (SCHWARTZ 1960, CRANIN 1970, zit. nach TOPAZIAN) oder auch Gewebsirritationen (BROWN 1963, zit. nach TOPAZIAN).

Bereits 1953 benutzte FLOHR Acryl-Harz am Menschen zum Aufbau einer Alveolarkammimpression.

1965 untersuchten Mc FALL et al. Acrylat-Amid-Schwamm an Ratten, 1968 implantierten HENEFER et al. den gleichen Kunststoff auch im menschlichen Unterkiefer, wo er unter Prothesenbelastung unauffällig blieb.

GATEWOOD berichtete 1968 über Silastic-Implantate, die mit einem Dracon-Netz bedeckt und subperiostal bei 12 Patienten eingebracht wurden. Weitere klinisch praktische Anwendungen haben sich aber, wie auch aus den anderen zuvor genannten Methoden, nicht ergeben.

TOPAZIAN (1971) gibt eine persönliche Mitteilung von GATEWOOD wieder, der 3 Jahre nach der o.g. Veröffentlichung einem porösen Dracon-Material den Vorzug gebe, da er erwarte, daß über die Poren eine ausreichende Blutversorgung der bedeckenden Mucosa ischämische Veränderungen verhindere (die offenbar bei den Dracon-Silicon-Implantaten aufgetreten waren, wie man folgern muß).

1971 implantierten BJORLIN et al. ebenfalls Silikon-Gummi zur Rekonstruktion des Schlotterkammes.

Bereits 1964 hatten SMALL et al. Teflon und Silastic tierexperimentell und klinisch geprüft. Sie antizipierten die späteren Erfahrungen von GATEWOOD wenn sie forderten, daß neue Materialien mit besseren physikalischen Eigenschaften entwickelt werden müßten, Materialien z. B., in die der Knochen einwachsen könne.

Das Prinzip eines inerten, porösen Kunststoffes, der leicht zu bearbeiten ist, wurde mit der Entwicklung von Proplast^R, einem Gewebe aus Polytetrafluoroäthylen (Teflon) und hochreinem Karbon weiter verfolgt. KENT et al. berichteten 1972 und 1975 ausführlich über ihre Erfahrungen, die den Ersatz von Weichgewebe im Gesicht, den Kiefergelenkersatz, die Beschichtung von Ticonium-Zähnen und enossalen Blattimplantaten sowie die Augmentation des atrophierten Alveolarfortsatzes einschlossen. So wurden an Hunden Proplastblöcke von 7 - 8 mm Höhe subperiostal auf dem Unterkiefer implantiert. Nach 6 - 12 Wochen Implantationszeit fanden sie collagene Formationen im ganzen Proplastblock, keine entzündlichen Zeichen, aber zahlreiche Blutgefäße, die in den Kunststoffschwamm eingesprossen waren.

An insgesamt neun Patienten implantieren sie Proplast^R, in der letzten Modifikation in einen subperiostalen Tunnel. In Nachuntersuchungen bis zu einem Jahr berichten sie über gute primäre, wie auch sekundäre Einheilung des Kunststoffes mit deutlicher Verbesserung des Prothesenlagers. Als einzig unerwünschte Nebenwirkung führen sie verschieden ausgeprägte Anaesthesien und Paraesthesien im Bereich des nervus mentalis an.

Während die Metalle und organischen Kunststoffe unter dem Aspekt entwickelt wurden, einen möglichst inerten, physikalisch optimalen Knochenersatz zu erhalten, gibt es andere Überlegungen, die davon ausgehen, dem Körper ein körperähnliches Material anzubieten, als Knochenersatz vor allem Kalziumsalze.

In einem ausführlichen Literaturüberblick schreibt BAHN (1966) über die Geschichte und den aktuellen Wissensstand von Gips als Knochenersatzmaterial. Danach hat bereits 1892 DREESMANN

Gips zur Auffüllung tuberkulöser und osteomyelitischer Defekte in Extremitätenknochen verwendet.

BAHN führte zunächst tierexperimentelle Untersuchungen an Kaninchenunterkiefen durch. Er konstatiert, daß die Knochenheilung schneller abläuft, wenn Gips in die artifizielle Wundhöhle eingebracht wird. Dabei wird Gips resorbiert und konsekutiv von Knochen ersetzt. Als wesentliches Agens wird das lokal hohe Angebot von Ca^{++} und PO_4^{--} Ionen angesehen, die die Knochenheilung stimulieren. (Wie das Phosphat in Gips kommt, wird nicht erläutert.) Daraufhin verwendete er Gips auch bei verschiedenen oralchirurgischen Eingriffen und fand auch hier eine verhältnismäßig schnellere Knochenregeneration.

Gips als Knochenersatzmaterial wurde auch von BARROS-SAINT-PASTEUR (1966) für seine Interpositionsplastik zur Unterkiefererhöhung verwendet. Dagegen veröffentlichten CALHOUN et al. 1967 eine experimentelle Studie an 27 Hunden wo sie keine Heilungsförderung, allerdings auch keine Verzögerung nach Gipsimplantationen feststellten. Der Gips wurde innerhalb von 15 Tagen resorbiert.

Bereits 1956 hatten PELTIER und LILLO Untersuchungen mit Gipszylindern in den radii von Hunden durchgeführt. Die Resorptionszeit betrug 45 - 72 Tage, bei 5 von 9 Hunden fand keine Knochenregeneration statt und bei nur 3 Hunden war sie nach etwa 3 Monaten komplett. Während der Resorptionszeit war der Serum-Kalzium-Wert erhöht. Dieser letzte Befund wurde jedoch weder von BAHN noch von CALHOUN oder anderen Autoren bestätigt.

Wegen ihrer hohen Löslichkeit und mangelnden Stabilität hat Gips keine wesentliche Bedeutung in der Chirurgie erlangt.

Ganz neue Aspekte eröffneten sich jedoch mit der Entwicklung keramischer Werkstoffe, über deren Verwendbarkeit SMITH (1963) zuerst berichtete. In der Folgezeit wurde dieses Material in unterschiedlichen Zusammensetzungen als Kalzium-aluminat- oder Aluminiumoxidkeramik von zahlreichen Autoren untersucht.

BHASKAR (1971) demonstrierte an porösen, phosphatgebundenen Aluminium-Keramiken die Biokompatibilität bei Ratten, Schweinen und Affen. Bereits etwa 2 Wochen nach den Implantationen sah er Knochenneubildung direkt auf der Keramik (mehr bei Ratten, weniger bei Schweinen) und an traumatisierten Zahnkeimen sogar Dentinbildung auf dem Keramik-Gerüst. Untersuchungen zur Anwendbarkeit in der allgemeinen Knochenchirurgie stammen u. a. von HULBERT et al. (1970) und HEIMKE et al. (1973).

Wesentliche Vorteile der Aluminiumkeramiken liegen darin, daß sie unlöslich in physiologischem Milieu sind, keine toxischen oder antigenen Reaktionen auslösen und bei poröser Struktur ein schnelles Einwachsen von Bindegewebe und Knochen erlauben, Eigenschaften, die eine gute Ortsständigkeit und Biokompatibilität garantieren.

TOPAZIAN et al. implantierten 1971 poröse Kalzium-Aluminat-Segmente auf die Unterkiefer von Hunden und fanden bei Nachuntersuchungen bis zu einem Jahr die bedeckende Mucosa unauffällig und an der Grenzfläche zum Knochenlager ein Einwachsen von Knochen in die Keramikporen. Daraufhin wurden auch am Menschen zur Rekonstruktion des atrophierten Unterkiefers subperiostale Keramikkörper implantiert. Über die Ergebnisse berichtet der Autor nicht, diskutiert jedoch die Frage, ob das Weichgewebe über der Keramik dem Prothesendruck standhält und ob es möglicherweise zu Resorptionen des Knochenlagers kommt. 2 Jahre später erschien ein weiterer Bericht von HAMMER, TOPAZIAN et al. ebenfalls über Alveolarkammerhöhungen

mit Keramik, in dem auf humane Implantate nicht mehr eingegangen, sondern ähnlich wie zwei Jahre zuvor lediglich über Hundeversuche berichtet wurde.

1976 griff PEDERSEN das gleiche Prinzip der subperiostalen Implantation von poröser Al_2O_3 -Keramik wieder auf. Er führte an vier Patienten zwei kleine maxilläre Implantationen und zwei subperiostale Unterkiefer-Augmentationen durch. Nachuntersuchungen bis zu 13 Monaten postoperativ ergaben keine pathologischen Schleimhaut- oder Knochenveränderungen. Die Patienten empfanden die Augmentation als deutliche Verbesserung und keine Schmerzen unter der Prothesenbelastung.

4. Augmentation durch Knochenverschiebepplastiken

Wie die Erfahrungen aus der Literatur zeigen, ist der Ersatz des Kieferkammes mit subperiostalen Implantaten unsicher. Autologes, homoiologes und heterologes Gewebe, sei es nun Knochen oder Knorpel, wird weitgehend resorbiert und Gewinnung und Lagerung sind aufwendig. Alloplastisches Material scheint nach den bisherigen Untersuchungen nicht in der Lage zu sein, auf die Dauer den Prothesendruck zu tragen, ohne daß Decubitalulcera der Schleimhaut auftreten.

Aus diesem Dilemma führen Operationsverfahren, die den ortsständigen Knochen als Prothesenbasis erhalten, ihn zur Augmentation elevieren und den Sekundärdefekt dann plastisch versorgen. Die erste Operation dieser Art wurde 1966 von BARROS-SAINT-PASTEUR angegeben, der in einem zweizeitigen Eingriff zunächst den Alveolarfortsatz von etwa 36 - 46 horizontal osteotomierte und ihn dann 3 Wochen später in einer zweiten Sitzung anhub und in den Zwischenraum Gips, Kunst-

stoff oder deproteinisierten Rinderknochen implantierte. 1970 nahm er diese Operation einzeitig vor und implantierte heterologen Knochen. Eine zusätzliche Vestibulumplastik führte er nicht durch.

Unabhängig von BARROS-SAINT-PASTEUR berichtete 1975 SCHETTLER über eine ähnliche Sandwichtechnik zur Alveolarkammerhöhung im Unterkiefer. Dabei wird der Kieferknochen nach Verlegung des n. mentalis von 36 bis 46 horizontal osteotomiert und in den Spalt eine autologe Knorpelscheibe von der Rippe implantiert. Nach einer Einheilungszeit von 6 Wochen erfolgt die Vestibulumplastik mit einem Spalthauttransplantat.

Unter Anlehnung an BARROS-SAINT-PASTEUR berichten DANIELSON und NEMARICH 1976 über eine subcorticale Implantation von autologem Knochen zur Kieferkammerhöhung an Affen. Bei neun Tieren fanden sie auch nach 50 Wochen nur einen geringen Höhenverlust. Obwohl der Knochen nicht prothetisch belastet wurde, glauben sie doch geringere Resorptionen erwarten zu können, als bei subperiostalen Implantaten üblich ist.

Ein weiteres Verfahren einer Verschiebeosteoplastik zur absoluten Erhöhung des atrophierten Unterkiefers wurde von HÄRLE 1975 angegeben. Bei seiner Visierosteotomie wird der Unterkiefer vertikal von 36 bis 46 gespalten und das mobile linguale Segment nach cranial gegen den Restunterkiefer verschoben. Dadurch erreicht er eine Erhöhung von etwa 80 %, eine Verbesserung der Pseudoprogenie und kann auf Transplantationsmaterial verzichten. Nachteilig erscheinen die Gefährdung des n. mandibularis und das schmale, gratförmige Prothesenlager, das wahrscheinlich leicht resorbiert wird.

5. Bioaktive Keramiken

a. Resorbierbare Keramiken

Es ist eine faszinierende Vorstellung, ein Material zu implantieren, das primär stabil aber doch gesteuert resorbierbar ist und dann in gleichem Maße von neugebildetem Knochen ersetzt wird, wobei die Abbauprodukte - ähnlich wie oben für Gips beschrieben - gleichzeitig als Bausteine für den Knochen dienen und die Knochenneubildung stimulieren sollten.

Versuche in dieser Richtung wurden 1971 von BHASKAR et al. vorgenommen, die poröse, resorbierbare Kalziumphosphatkeramiken bei Ratten implantierten. In der Resorptionszone fanden sie osteoblastenähnliche Zellen, deren Lysosome die Keramik abbauten und neuen Knochen anlagerten. Nach 5 Wochen konnten sie bereits einen bindegewebsfreien Knochen-Keramik-Verbund feststellen. Die Autoren resumieren, daß diese Keramik die Knochenneubildung stimuliere.

Weitere Untersuchungen stammen von GETTER et al. (1972) und K.KÖSTER et al. (1976), die beide das Tricalciumphosphat als günstigstes Implantationsmaterial ansehen.

Als entscheidenden Vorteil gegenüber anderen Implantatmaterialien stellen sie die Eigenschaft von Kalziumphosphat heraus, das Knochenwachstum zu induzieren, also bioaktiv zu sein. Histomorphologisch äußert sich das in einer bevorzugten Knochenneubildung in direktem Kontakt zur Keramik ohne bindegewebige Zwischenschicht. Ein Nachteil der porösen Keramik ist die mangelnde Stabilität. Langzeitergebnisse über Resorptionsgeschwindigkeit, quantitativen und qualitativen Knochenersatz und Nebenwirkungen liegen bisher nicht vor. Ebenso fehlen klinische Erfahrungen, aber es dürfte sich gerade für die Kiefer-Gesichtschirurgie ein interessantes Indikationsfeld eröffnen.

b. Biogläser und Glaskeramiken

Eine neue Dimension in der Beurteilung alloplastischer Implantatwerkstoffe führte HENCH (1971) ein. Nach seiner morphologischen Einteilung sind die bisherigen Materialien makro- oder höchstens mikrostrukturell verträglich, d.h. selbst die bis dahin am ehesten biokompatiblen Kalziumaluminat- oder Aluminiumoxidkeramiken weisen noch eine wenige μ starke Reaktionsschicht in ihrer Umgebung auf, die sich in einer bindegewebigen Einscheidung äußert. Neben den oben erwähnten Kalziumphosphat-Keramiken sind die, chronologisch früheren, von HENCH et al. entwickelten Biogläser und Glaskeramiken jedoch auch ultrastrukturell verträglich und zeigen in ihrer Umgebung keine Fremdkörperreaktion. Tierexperimentelle Untersuchungen zeigten, daß die glaskeramischen Implantate bereits nach wenigen Wochen fest mit dem Knochen verwachsen waren, was nach Ansicht der Autoren auf einer chemischen Bindung von Proteingruppen mit Hydroxyapatitkristallen an der Oberfläche der Glaskeramik beruht.

In tierexperimentellen Serien fanden sie jedoch besonders bei größeren Implantaten häufig keinen festen Knochen-Keramikverbund, sondern eine bindegewebige Einscheidung. Ursache dafür ist nach Meinung der Autoren eine ungenügende primäre Fixation, während BLENCKE (1974) eher die unphysiologische Ionenkonzentration in der Glaskeramik von HENCH verantwortlich macht, die nach allfälliger Diffusion in das Implantatlager zu toxischen Schäden führt.

Von der Firma Ernst Leitz Wetzlar GmbH wurden daraufhin mit Unterstützung des Bundesministeriums für Forschung und Technologie "physiologisch angepaßte" Glaskeramiken entwickelt, deren Gehalt an Natrium-, Kalium-, Kalzium- und Magnesium-Ionen der Konzentration im Knochen entspricht. Die in diesem

Bericht verwendeten Werkstoffe wurden (in Gewichtsprozenten) aus folgenden Verbindungen erschmolzen:

43 % SiO_2 , 21 % $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, 11 % CaO , 6 % Na_2O ,
6,8 % K_2O , ca. 10 % MgO und ca. 2 % CaF_2 .

Einzelheiten über die Zusammensetzung, mögliche Modifikationen und die Herstellung der Glaskeramiken berichteten BLENCKE et al. und STRUNZ et al.

Ähnlich einem Grundglas wird das Gemisch zunächst bei 1500°C eingeschmolzen und dann in einem vierphasigen Temperatur-Zeitprogramm keramisiert, wobei sich in einer Grundglasphase Kalziumapatitkristalle ausbilden. Die chemischen Reaktionen im Gewebe - soweit sie bisher von HENCH et al. und BLENCKE et al. untersucht wurden - resultieren aus der Diffusion von Kalzium-, Phosphor- und Natriumionen aus der Keramik in der umgebende Gewebe, die zu einer Verschiebung des pH-Wertes zur alkalischen Seite führen.

BLENCKE untersuchte die Reaktionen unterschiedlich löslicher Keramiken im Knochen verschiedener Versuchstiere und fand ein besonders gutes Anwachsverhalten bei gering löslichen Glaskeramiken, während bei stärkerer Löslichkeit des Werkstoffes eine Knochenneubildung unterblieb. Ursächlich für die bioaktive Eigenschaft der nur gering löslichen Keramiken ist die chemische Bindung bzw. Adsorption organischer und anorganischer Gewebekomponenten an die Implantatoberfläche, wobei herausdiffundierte Ionen freie Valenzen hinterlassen, die von aktiven Gruppen z. B. von Eiweißkörpern besetzt werden. Dagegen hält HENCH die ausdiffundierenden Ca^{++} und PO_4^{--} Ionen für das wesentliche Agens, da sie die Ossifikation anregen, während das Silizium die Kristallisation der Knochen-salze fördert. BLENCKE führt zur Unterstützung seiner o.g. These an, daß er keine Osteoinduktion an der Keramikoberfläche gesehen hat, was allerdings im Gegensatz zu den Befun-

den von HENCH und auch den eigenen Untersuchungen steht, in denen nachgewiesen wurde, daß etwa 5 Wochen nach der Implantation von Glaskeramik die Knochenneubildung an der Implantatoberfläche stattfindet.

In umfangreichen eigenen Untersuchungen wurden 200 glaskeramische Prüfkörper in die Gesichtsschädelknochen von Hauschweinen implantiert und nach Liegezeiten bis zu einem Jahr makroskopisch und histologisch ausgewertet. Aus diesen Befunden kann resumiert werden, daß die von uns verwendete Glaskeramik reizfrei einheilt, osteoinduktiv also bioaktiv wirkt und mit dem Knochen einen festen Verbund ohne reaktive bindegewebige Zwischenschicht eingeht, so daß sie als Knochenersatzmaterial mehr als alle anderen gebräuchlichen Werkstoffe geeignet scheint.

6. Fragestellung und Methodik

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die Problematik des atrophierten Unterkiefers für die prothetische Versorgung aufgezeigt und bisherige Operationsverfahren zu ihrer Verbesserung dargestellt.

Zusammenfassend kann man sagen, daß für Patienten mit ausgeprägter Atrophie von weniger als 1,5 cm zentraler Unterkieferhöhe die meisten Methoden keine signifikante Besserung bringen, zu aufwendig sind oder schlechte Spätergebnisse zeitigen.

Da wir mit der von der Firma Ernst Leitz Wetzlar GmbH entwickelten Glaskeramik ein geeignetes Knochenersatzmaterial zur Verfügung hatten (wie die oben angeführten Untersuchungen zeigten), konzipierten wir eine Augmentationsmethode, die den

physikalischen Besonderheiten des Materials gerecht wird und den speziellen Anforderungen an ein suffizient belastbares Prothesenlager genügt.

Nach den Erfahrungen der Literatur schied eine subperiostale Implantation primär aus, da ein kompakter, unelastischer Werkstoff zu Beschwerden und Drucknekrosen führt. Es bot sich - auch nach unseren experimentellen Ergebnissen - eine Interposition in einen Osteotomiespalt an, bei der das Implantat an möglichst vielen Seiten von Knochen umgeben ist. Die craniale Knochenschicht sollte möglichst dick bleiben, um Knochennekrosen zu vermeiden und ein starkes Prothesenlager zu behalten.

Die Besonderheiten des Materials erforderten die Schaffung eines geometrisch definierten Osteotomiespalt, da die Implantate vorgeformt sein sollten. Aufgrund ihrer großen Härte kann der Werkstoff nur mit Diamanten bearbeitet werden. Die individuelle Nacharbeitung unter der Operation mußte also auf ein Minimum beschränkt werden.

Unter diesen Aspekten wurden zwei Operationsmodifikationen als praktikabel angesehen:

a. Stufenförmige Osteotomie

Bei ausreichender Knochenstärke über dem nervus alveolaris inferior (mehr als 5 mm), wird mit der oszillierenden Säge eine horizontale Osteotomie etwa vom trigonum retromolare bis zum foramen mentale knapp über dem canalis mandibularis gelegt. Vor dem foramen wird eine Stufe bis etwa 1 cm über dem unteren Unterkieferrand gebildet und in dieser Höhe wieder eine horizontale Osteotomie im Kinnbereich durchgeführt. Das craniale Knochensegment bleibt am Mundboden gestielt und wird so ausreichend ernährt. In den Osteotomiespalt werden vorgeformte Keramikteile eingebracht, die lediglich auf die passende Länge zugeschnitten werden müssen.

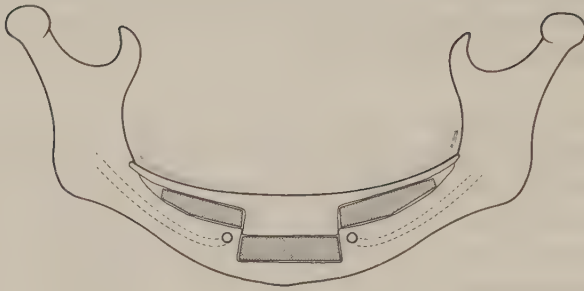


Abb. 2 : Stufenförmige Osteotomie

Der Vorteil dieser Methode liegt darin, daß das gesamte Prothesenlager in ganzer Breite angehoben wird, wobei die Drehachse etwa durch die trigona retromolaria verläuft. Im prothetisch wichtigen Kinnbereich ist die Elevation am größten und kann dort auf die notwendige Höhe eingestellt werden. Nachteile dieser Methode liegen darin, daß sie besonders im Bereich der seitlichen Osteotomie technisch schwierig ist, daß eine Gefährdung des n. mandibularis nicht auszuschließen ist und daß schließlich die Fixation der seitlichen Interponate nur unsicher gelingt. Darüberhinaus zeigt sich in der Praxis, daß bei vielen Patienten die Atrophie so weit fortgeschritten ist, daß der canalis mandibularis nur noch 1 oder 2 mm unter der cranialen Knochengrenze verläuft und das foramen mentale nicht selten auf dem Kieferkamm liegt. In diesen Fällen ist die stufenförmige Osteotomie nicht mehr durchführbar.

b. Zentrale, kastenförmige Osteotomie

Zwischen den foramina mentalia wird der Unterkiefer kastenförmig osteotomiert. Das craniale Segment sollte möglichst dick bleiben, um ein belastungsfähiges Prothesenlager zu erhalten. Seine Ernährung erfolgt über die Mundschleimhaut, die genio-glosso-hyoidale Muskulatur und insbesondere über den Knochenast der arteria profunda linguae durch den canaliculus supragenioideus sowie Knochenäste der arteria sublingualis, die canaliculi interincisivi.

Vorteile der Methode sind einfache technische Durchführbarkeit ohne die Gefahr, den nervus mentalis zu verletzen, einfache Standardisierung der Interponate und gute Fixationsmöglichkeiten für das craniale Segment und das Interponat.

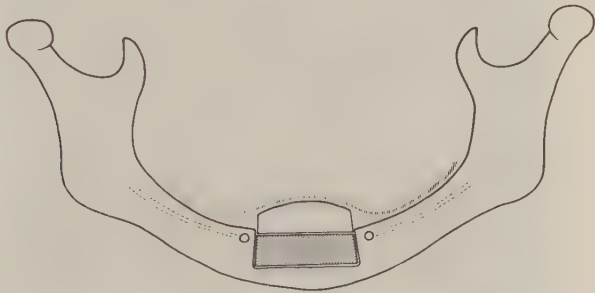


Abb. 3 : Zentrale, kastenförmige Osteotomie

Außerdem gelangt der häufig auf dem Kieferkamm liegende n. mentalis in einen belastungsfreien Winkel zwischen dem horizontalen Unterkieferstumpf und dem angehobenen Segment. Die von OBWEGESER (1967) und anderen geforderte Retention besonders im Kinnbereich wird mit dieser Methode leicht erreicht. Zur lingualen Retention ist im allgemeinen eine Mundbodenplastik z. B. nach TRAUNER oder FRENKEL notwendig.

Als Implantationsmaterial verwendeten wir die von der Firma Ernst Leitz Wetzlar GmbH hergestellte Glaskeramik Ceravital^R. Für die ersten, stufenförmigen Osteotomien benutzten wir Quader von 10 mm Höhe und 10 mm Tiefe, die wir mit einer Diamantscheibe auf die passende Länge zuschnitten und deren Kanten mit einer Diamantwalze gebrochen wurden. Später implantierten wir in den seitlichen Osteotomiespalt bzw. auch subperiostal Keramikkörper, die sich sowohl in der Höhe als auch in der Breite nach distal verzüngten. Die beste Standardisierung erreichten wir für die zentralen Interponate, die sich in allen Fällen als sehr brauchbar herausgestellt hat. Es handelt sich dabei um Keramikbögen von 1 cm Höhe und 1 cm Tiefe, deren innerer Radius 1,75 cm beträgt und die in

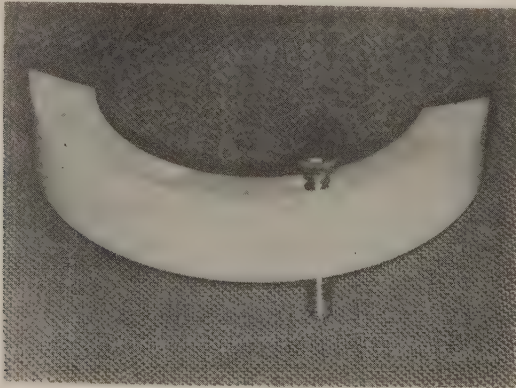


Abb. 4 : Ceravital^R - Bogen mit Corticalisschraube

unterschiedlichen Längen, bis zu 7 cm äußerer Bogenumfang, hergestellt werden. Die Kanten sind bereits gebrochen. Die obere Fläche kann leicht nach innen geneigt sein, um das elevierte Knochensegment aus seiner progenen Lage in eine neutrale Lage einstellen zu können. Falls diese Dorsalneigung nicht notwendig ist, kann ein im Schnitt quadratischer Keramikbogen verwendet werden. Die Fixation der Keramik zwischen

eleviertem Knochen und Unterkieferbasis erfolgt über zwei Knochenschrauben von 2,7 mm Durchmesser. In den Ceravitalbögen befinden sich dazu im Abstand von 20 mm zwei Bohrungen von 3 mm Durchmesser.

Zur Vereinfachung der Operationstechnik entwarfen wir eine Bohrlehre, die dazu dient, in einem Arbeitsgang Bohrungen in das mobile craniale Fragment und in die Basis einzubringen, wobei gewährleistet wird, daß sowohl der Abstand zur vorderen Knochenkante wie auch der Abstand der Löcher zueinander den Bohrungen in der Keramik entsprechen.

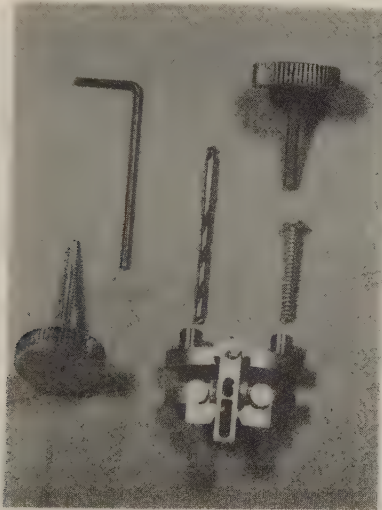


Abb. 5 : Bohrlehre-Satz zur Augmentation

Das Gerät wurde von der Firma Ernst Leitz Wetzlar GmbH aus rostfreiem Stahl hergestellt und besteht aus einer Basisplatte mit Anschlag, einem verstellbaren Distanzstück und einer Deckplatte mit Führungen für Bohrer der Stärke 2,0 mm. Die Basisplatte wird in den Osteotomiespalt eingelegt und bis zum Anschlag eingeschoben. An dem Distanzstück wird die Deckplatte mit dem darunterliegenden cranialen Knochensegment fest auf

die Basisplatte gedrückt und mit der Feststellschraube, an die ein Griff montiert ist, fixiert. Dorne sowohl in der Basisplatte wie in der Deckplatte verhindern ein Verrutschen. Mit einem Winkelbohrer können jetzt von cranial durch das System die beiden Bohrlöcher eingebracht werden.

Anschließend wird die Bohrlehre herausgenommen, in die Bohrungen der Unterkieferbasis ein Gewinde eingeschnitten und die Bohrungen des cranialen Knochenfragmentes auf 2,7 mm Durchmesser erweitert. Nach der Interposition der Glaskeramik werden das Knochensegment und die Glaskeramik mit passenden Schrauben auf die Basis aufgeschraubt.

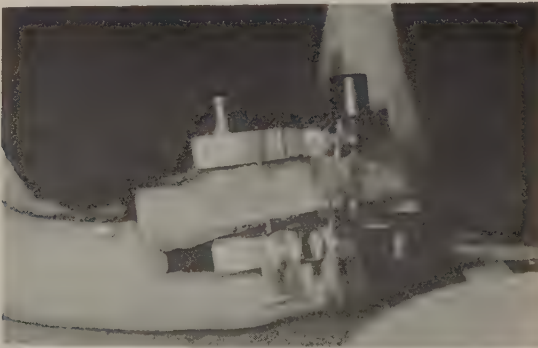


Abb. 6 : Bohrlehre in situ

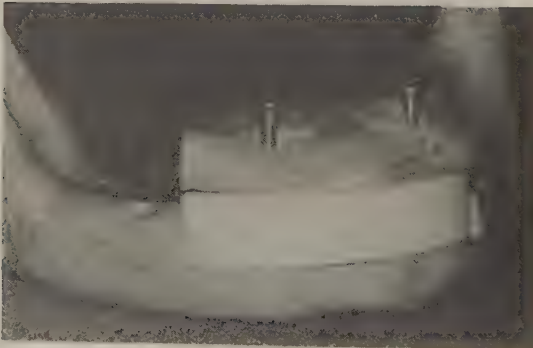


Abb. 7 : Keramik eingesetzt

7. Tierexperimentelle Untersuchungen

In tierexperimentellen Untersuchungen sollte zunächst geklärt werden, ob sich die gedachten Voraussetzungen für diese Operationen verifizieren lassen, ob also auch bei größeren Implantaten ein fester Knochen-Keramikverbund auftritt, der in der Lage ist, den starken Zug der genio-glossohyoidalen Muskulatur auf das zentrale, craniale Fragment bei der menschlichen Augmentationsplastik auszuhalten.

Die Arbeitsgruppe um HENCH hatte mit der von ihnen entwickelten Glaskeramik bei großen Implantaten die Erfahrung machen müssen, daß sie gelegentlich brach und nicht oder nur wenig mit dem Knochen verwuchs. Auch BLENCKE verwendete nur Implantate an Kleintieren bis zu Kaninchengröße und unsere früheren Erfahrungen stützten sich ebenfalls auf Prüfkörper von lediglich 3 - 4 mm Kantenlänge (STRUNZ et al.).

Angelehnt an die für den Menschen vorgesehene Dimension implantierten wir im Bereich des Gesichtsschädels des Schweines unter verschiedenen Versuchsbedingungen mehrere Keramikblöcke in der Größe von etwa 3 x 1 x 1 cm.

Als Versuchstier verwendeten wir das Hausschwein, das wegen seines großen Gesichtsschädels reichlich Platz für die verschiedensten Implantatformen bietet, die wir sowohl im Unterkiefer, wie auch im Oberkiefer, Jochbein und Jochbogen applizierten. Das Alter der Tiere schwankte zwischen etwa 4 Monaten und 2 Jahren. Die Tiere wurden in Einzelboxen gehalten und mit einem handelsüblichen Zuchtsauenalleinfutter ernährt. Die Narkose wurde von einem Tierarzt vorgenommen und überwacht und bestand in der intravenösen Applikation von Stresnil^R (Azaperon) und Hypnodil^R (Metomidat). Die Narkosetechnik haben KASSBERG et al. 1977 beschrieben.

Als Implantationsmaterial diente die von der Firma Ernst Leitz Wetzlar GmbH hergestellte Glaskeramik Ceravital^R, die wir mit Diamantbohrern und -scheiben auf die passende Größe zuschnitten.

Die Operationen erfolgten unter sterilen Kautelen, die allerdings gelegentlich und, wie uns schien, ohne negativen Effekt durchbrochen wurden.

Die Wunden heilten in der Regel primär. Seltene Infektionen waren zwanglos auf eine frühe postoperative Verschmutzung der Wunden in den Ställen zurückzuführen.

Nach Tötung der Tiere wurden die entnommenen Präparate in Formaldehydlösung nach LILLIE fixiert, in einer aufsteigenden Alkoholreihe entwässert und nach der Methode von HIND-RINGER et al. (1971) in Acrylat eingebettet.

Die Schnitte wurden mit einem Leitz-Sägemikrotom hergestellt und mit der Oberflächenschichtfärbung (GROSS u. STRUNZ) nach GIEMSA oder MOVAT gefärbt. Der wesentliche Vorteil dieser Methode liegt darin, daß Sägeschnitte von z.B. 200 µ nicht mühsam auf etwa 50 µ herunterpoliert werden müssen, sondern durch die Anfärbung einer Schicht von nur 10 µ direkt gut beurteilt werden können.

Die hier vorgestellten Präparate beschränkten sich auf eine repräsentative Auswahl, die bei unterschiedlichen Operationsmodalitäten und Liegezeiten die Frage des Knochenkeramikverbundes bei größeren Ceravital^R-Interponaten klären soll. Entsprechend wird darauf verzichtet, die Feinstrukturen in allen Einzelheiten zu analysieren. Diese zweifellos wichtige Aufgabe bleibt dem Fachpathologen in unserer Arbeitsgruppe und weiteren Veröffentlichungen vorbehalten.

a. Partielle Resektion am Unterkiefer

Präp. 14 e I

Nach allgemeiner und lokaler Anaesthesie wurde über einen submandibulär gelegenen Hautschnitt der Unterkieferrand dargestellt und das Periost von der lingualen und buccalen Seite abgeschoben. Etwa in der Mitte des ramus horizontalis erfolgte mit einer Fräse die Resektion eines etwa 30 x 10 x 10 mm großen Knochenstückes. Die Resektionshöhle, deren Längsrichtung quer zum Unterkiefer verlief, reichte bis in den Markraum. Ohne Fixationsmaterial wurde der Keramikquader in den Defekt eingeklemmt. Scharfe Kanten wurden mit einem Diamantsteinchen gebrochen und die Wunde mehrreihig mit Dexon^R genäht.

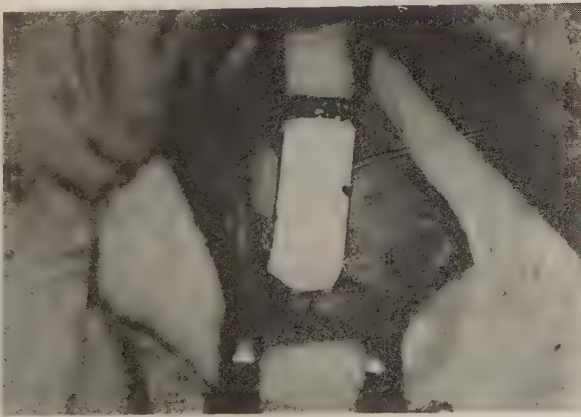


Abb. 8 : Stabförmige Resektion am Unterkiefer des Schweines

Ergebnis:

Nach 6 Wochen wurde das Tier getötet, das Präparat entnommen und in typischer Weise aufgearbeitet.

Makroskopisch zeigte sich, daß die zuvor an drei Seiten freiliegende Keramik partiell von Knochen, partiell von Bindegewebe

überwachsen ist. Klinisch erscheint das Implantat fest impaktiert.



Abb. 9 : Präp. 14 e I, 6 Wochen nach Implantation, teilweise knöchern überwachsene Keramik

Die histologische Untersuchung macht deutlich, daß zu diesem Zeitpunkt die Keramik noch vollkommen von gut vaskularisiertem Bindegewebe umgeben ist, dessen Schichtstärke 200 - 800 μ beträgt. An keiner Stelle ist es zu einem Knochen-Keramik-

Verbund gekommen. Der knöcherne Rahmen besteht vorwiegend aus neugebildeten, ungeordneten Faserknochenbälkchen, weiter in der Peripherie aus praeexistentem Lamellenknochen.

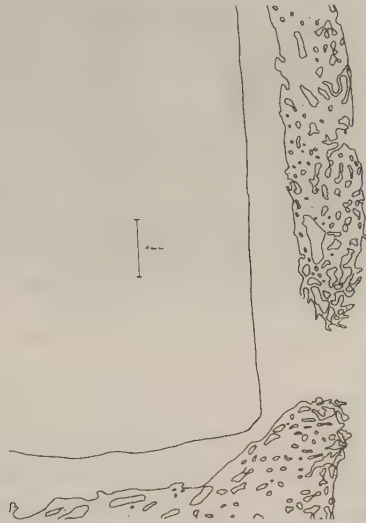


Abb. 10 : Präp. 14 e I, Durchzeichnung eines histologischen Querschnittes, Faserknochen noch nicht an die Keramik (li.oben) angewachsen

b. Partielle Resektion mit brückenförmigem Interponat
Präp. 13 b II

In dieser zweiten Modifikation wird eine kastenförmige 25 x 25 mm große Resektion am Unterkieferrand durchgeführt und der Defekt mit einem Keramikquader in der Art überbrückt, daß lediglich die in den Defekt eingeklemmten Stirnflächen Knochenkontakt haben. Die vier Langflächen bleiben frei von Knochen.

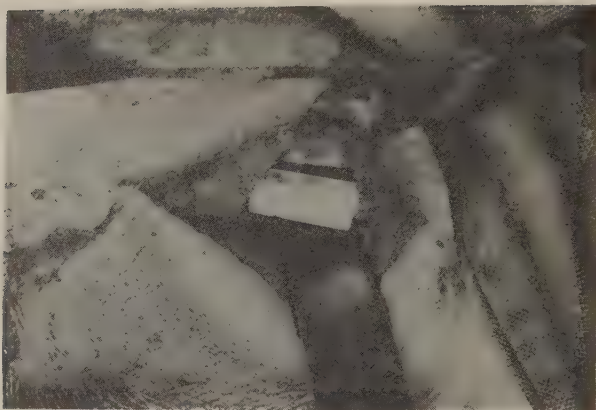


Abb. 11 : Brückenförmig eingesetzter Keramikquader

10 Monate nach der Implantation wird das Präparat entnommen. Makroskopisch ist die Keramik vollständig von Knochen überwachsen. Sie kann nur noch röntgenologisch lokalisiert werden. Nach Eröffnung der Markhöhle erkennt man eine kleine Ecke, die das Knochenniveau überragt.

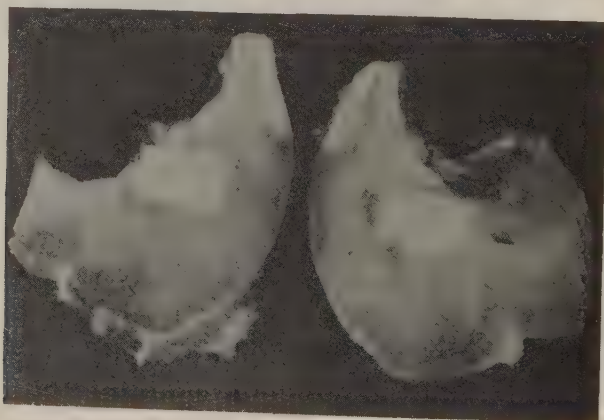


Abb. 12 : Schnitt des Präparates 10 Monate nach Implantation

Die histologische Untersuchung zeigt in der Umgebung der Keramik einen ruhig aufgebauten, vorwiegend lamellär strukturierten, reifen Knochen, der regelrecht von Haversschen Systemen und Markräumen durchsetzt ist. Er unterscheidet sich nicht vom praeexistenten Knochen. Direkt an der Oberfläche sind einige größere Markräume, an denen die Keramik stärker ausgebuchtet, wie resorbiert erscheint.



Abb. 13 : Histologische Übersicht des Präparates 13 b II



Abb. 14 : Präp. 13 b II, Sägeschnitt, Oberflächenschichtfärbung nach Giemsa, Vergr. 60fach

Im Mittel von vier Schnitten aus einer Serie ist der Knochen zu 36,4 % an die Keramik fest, ohne bindegewebige Zwischenschicht angewachsen.

Durchzeichnungen eines Serienschnittes des Präp. 13 b II
Morphometrische Auswertung

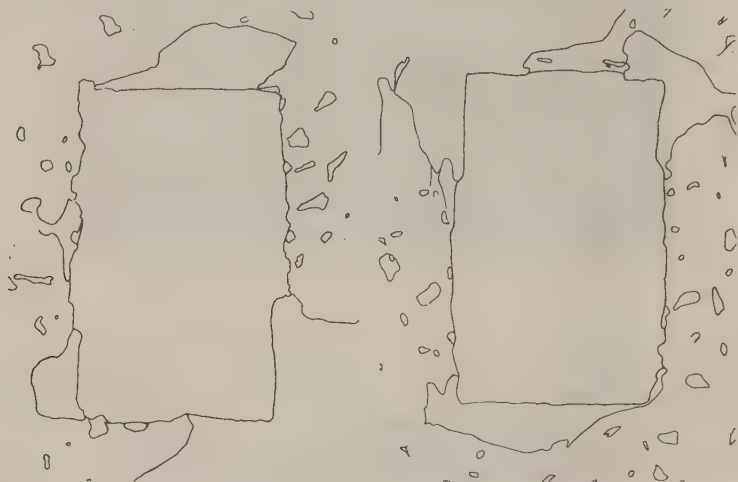


Abb. 15: 40 % fester, bindegewebsfreier Knochen-Keramikverbund
Abb. 16: 43 % Knochen-Keramikverbund



Abb. 17: 31 % Knochenkeramikverbund

c. Unterkieferranderhöhung

Präp. 25 a I

Am unteren Unterkieferrand wird eine kastenförmige Osteotomie von 2,5 cm Länge gelegt. Der mobilisierte Knochen bleibt etwa 1 cm dick und über das Periost und anhängendes Weichgewebe nach submandibulär gestielt. In den Osteotomiespalt wird ein Keramikquader von 2,5 x 1 x 1 cm eingelegt und zusammen mit dem freien Knochenfragment mit einem Dexon^R-Faden auf den Unterkiefer ligiert. Eine primäre Festigkeit ist auf diese Weise allerdings nicht gegeben, wie auch angenommen werden muß, daß durch die Unterkieferbewegungen eine dauernde Belastung auf das Implantat ausgeübt wird.

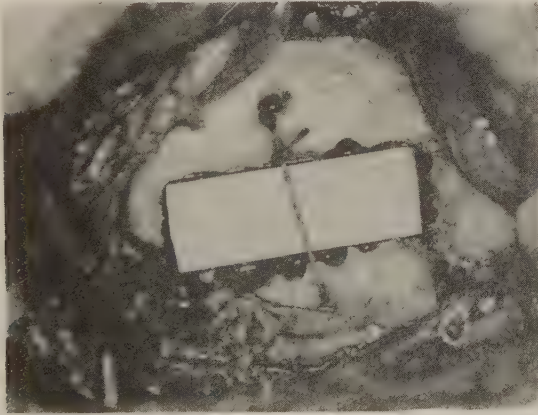


Abb. 18 : Kastenförmige Osteotomie

Umso interessanter ist das Ergebnis dieses Versuchs nach 14 Wochen Liegezeit. Makroskopisch erscheint nahezu die ganze Keramik von Knochen überwachsen, lediglich auf der buccalen Fläche findet sich noch ein kleiner Bezirk, der von Bindegewebe bedeckt ist. Auf dem Schnitt ist deutlich die nahezu vollständige Integration der Keramik in den Knochen zu erkennen.



Abb. 19 : Schnitt durch das Präparat nach 14 Wochen
Liegezeit

Bei der histologischen Untersuchung zeigt sich im Bereich der fest in den Knochen eingewachsenen Enden der Keramik ein nahezu hundertprozentiger Knochen-Keramikverbund. Die Knochenstruktur ist noch unruhig und wird gekennzeichnet durch den Umbau von Faserknochen in Lamellenknochen. Weiter zur Mitte des Implantates nimmt der bindegewebige Anteil um die Keramik zu. Bei der Schnittstufe 15 sind 50 % der Keramikoberfläche von Knochen bewachsen. An der Schnittstufe 5, die aus dem Bereich entnommen wurde, der schon makroskopisch nicht ganz von Knochen bedeckt war, ist das Verhältnis Knochen zu Weichgewebe (Bindegewebe und Markräume) an der Keramikoberfläche wie 20 zu 80. Im Bereich des Knochendefektes herrscht Faserknochen im Sinne einer Kallusbildung vor, daneben bindegewebiger Kallus. Die Knochenneubildung ist offensichtlich noch nicht abgeschlossen. Die Keramikoberfläche ist kaum eluiert.

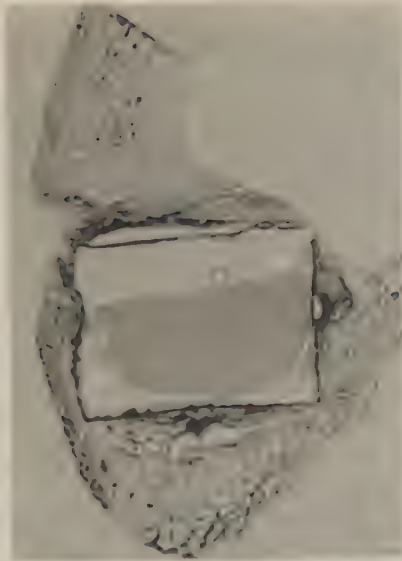


Abb. 20: Präp. 25 a I, Schnittstufe 5, Histologische Übersicht



Abb. 21: Präp. 25 a I, Oberflächenschichtfärbung mit Giemsa-
lösung, Vergr. 160fach
Oben Knochen mit Osteocyten und einem Haversschen
Kanal, unten Glaskeramik

8. Augmentationen am Menschen

Kasuistik

Im folgenden werden Befunde, Operationsmodi und Ergebnisse der zwölf von August 1975 bis Februar 1977 operierten Patienten aufgeführt.

1. Frau A.A., 68 J.

Während die obere totale Prothese gut saugte, fand die untere Prothese seit vielen Jahren keinen Halt mehr. Der Alveolarfortsatz war nahezu vollständig resorbiert. Im Bereich der Unterkieferfront hatten sich chronisch entzündliche Gewebshyperplasien gebildet. Die zentrale Unterkieferhöhe, gemessen während der Operation, betrug 18 mm.

Im August 1975 erfolgte in nasaler Intubationsnarkose die Augmentationsplastik mit Glaskeramik. Von 36 bis 33 und 46 bis 43 wurde der Knochen knapp über dem canalis mandibularis und etwa 6 mm unter dem Alveolarrand osteotomiert und zwischen 33 und 43 eine Stufe gebildet, deren horizontale Osteotomie etwa 4 mm über dem unteren Unterkiefferrand verlief. Bei der Mobilisation des cranialen Segmentes mit Hammer und Meißel frakturierte die Unterkieferbasis. Die Fraktur wurde mit zwei Drahtligaturen versorgt, ein Keramikquader von 2 x 1 x 1 cm in den Osteotomiespalt eingebracht und das craniale Segment mit Dexon^R-Fäden über Knochenbohrlöcher an der Unterkieferbasis fixiert. Wundverschluß mit tiefen Dexon^R und Schleimhautseidennähten. In die Wundhöhle wurde für 4 Tage eine Redon-Saugdrainage eingelegt. Die Wundheilung unter Vibramycin verlief komplikationsfrei. 14 Tage nach dem Eingriff wurde eine Interimsprothese eingegliedert. Im Januar 1976 erfolgte in Lokalanästhesie eine vor-dere Vestibulumplastik nach PICHLER ohne plastische Defektdeckung. Die Interimsprothese wurde sofort mit Paladur und Kerr-fit aufgebaut und der Patientin nahegelegt, sie in den folgenden 14 Tagen nicht herauszunehmen. Unter dieser Behandlung granulierte und epithelisierte der Defekt zu und es entstand

ein suffizientes Prothesenlager mit gutem Prothesensitz. Die Patientin war sehr zufrieden und gab an, "wieder Nüsse knacken zu können". Röntgenologische Nachkontrollen zeigten eine leichte dislocatio ad axin im Bereich der Fraktur, jedoch bereits im Januar 1976 einen guten knöchernen Durchbau. Ein Verlust der vestibulären Höhe als Ausdruck von Knochenresorptionen konnte bisher nicht festgestellt werden.

2. Herr W.P., 60 J.

Ober- und Unterkiefer zahnlos. Ausgeprägte Schlotterkambildung im Bereich der unteren Front ohne prothetisch nutzbares vestibulum, zentrale Unterkieferhöhe 23 mm.

Im August 1975 erfolgte eine - oben beschriebene - typische stufenförmige Osteotomie von 36 bis 46 mit Interposition von 3 Glaskeramikquadern, deren Höhe 1 cm betrug. Das craniale Segment wurde durch 2 Dexonligaturen fixiert, die im zentralen Teil durch Knochenbohrlöcher gelegt wurden. Die Fixation der seitlichen Interponate gestaltete sich schwierig, da wegen der unmittelbaren Nähe des nervus und canalis mandibularis lediglich vor das foramen mentale ein Bohrloch gelegt werden konnte.

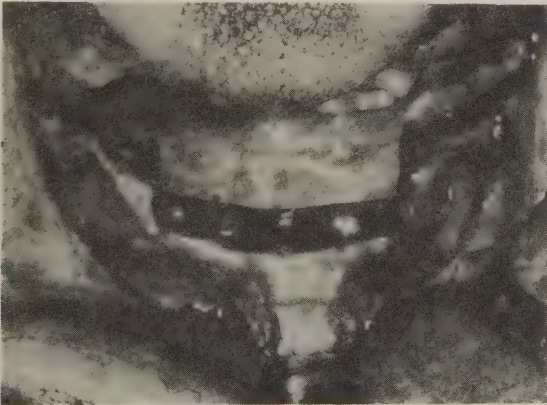


Abb. 22 : Stufenförmige Osteotomie, Pat. W.P.



Abb. 23 : Operative Situation nach Interposition der Keramik , Pat.W.P.

Postoperativ gab es keine Heilungsstörungen. Im Kontrollröntgenbild 1 Woche nach dem Eingriff zeigte sich jedoch eine Dislokation des rechten seitlichen Interponates. Vier Wochen postoperativ wurde eine neue Prothese eingegliedert, mit der der Patient auch ohne konsekutive Vestibulumplastik zufrieden war. Etwa 1 Jahr nach der Operation verstarb der Patient zu Hause an einem Herzinfarkt.

3. Herr H.V., 36 J.

Bereits mit 28 Jahren hatte der Patient sämtliche Zähne, angeblich wegen progredienter Parodontose, verloren. Während die Oberkieferprothese noch ausreichenden Halt bot, war das Prothesenlager im Unterkiefer nahezu vollständig flach, überragt lediglich von einer scharfen, dolenten Knochenleiste. Der psychisch alterierte Patient führte seinen reduzierten Ernährungszustand und seine Nervosität auf den schlechten Sitz der unteren Prothese und die Schmerzhaftigkeit beim Kauen zurück. Die zentrale Unterkieferhöhe betrug 22 mm und über dem canalis mandibularis befand sich noch eine Knochenschicht von etwa

4 - 6 mm, so daß auch hier eine typische stufenförmige Osteotomie von 36 - 46 durchgeführt wurde. Die Fixation des cranialen Segmentes und der drei Keramikinterponate von jeweils 1 cm Höhe erfolgte mit Dexon^R-Ligaturen. Die postoperative Wundheilung war komplikationsfrei und Kontroll-Röntgenaufnahmen ließen eine stabile gute Lage der Interponate erkennen. Obwohl wir dem Patienten eine konsekutive Vestibulum- und Mundbodenplastik nahelegten, empfand er den Prothesensitz lange Zeit als ausreichend. Wegen zweier persistierender Druckstellen, offenbar über den distalen, etwas ausladenden Ecken der seitlichen Keramikquader wird sich der Patient jetzt einer zweiten Operation unterziehen.

4. Frau A.B., 68 J.

Langjährige Schwierigkeiten mit dem Sitz der unteren Prothese hatten bereits zu Auseinandersetzungen mit Zahnärzten und Gutachtern geführt. Die Patientin war in psychiatrischer Behandlung. Das Prothesenlager war flach und ohne chirurgische Behandlung nicht prothesenfähig. Die zentrale Unterkieferhöhe betrug 16 mm. Eine stufenförmige Osteotomie war nur auf der rechten Seite möglich, links betrug die Knochendicke über dem Mandibularkanal lediglich 2 - 3 mm, das foramen mentale lag auf dem Kieferkamm.

Rechts erfolgte die laterale horizontale Osteotomie sehr mühsam mit etwa 2 mm Knochendicke über dem Osteotomiespalt, in den ein nach distal schmaler und flacher werdendes, abgerundetes Keramikteil interponiert wurde. Links implantierten wir ein ähnliches Werkstück subperiostal. Die Fixation der Segmente erfolgte wie bisher mit Dexon^R-Fäden. Die Operation war im Oktober 1975. Die postoperative Heilung war unauffällig. Es zeigte sich jedoch in den folgenden Monaten, daß das zentrale Knochenfragment, offenbar durch die genio-glosso-hyoidale Muskulatur, nach dorsal gezogen wurde. Dadurch verkleinerte sich

der Unterkieferbogen und die Patientin klagte über einen zu engen Zungenraum. Eine weitere Folge der Retraktion des vorderen Unterkieferbogens zeigte sich nach der Vestibulumplastik, die 3 Monate nach dem ersten Eingriff als PICHLER-Plastik durchgeführt wurde: Die Neigung des vestibulären Kieferwalles war sehr flach, so daß die Prothese keinen guten Halt gegen sagitale Schubkräfte hatte.

Schließlich mußten die lateralen Implantate im Verlauf einer Mundbodenplastik, 10 Monate nach der Primäroperation entfernt werden, da sie unter Prothesenbelastung Schmerzen auflösten.

5. Frau M.J., 73 J.

Ähnlich wie bei der Patientin A.B. erfolgte bei dieser Patientin im September 1975 eine stufenförmige Osteotomie mit Interposition von drei Keramikteilen. Die Elevation betrug 10 mm. Auch hier mußten 8 und 9 Monate später - und 4 bzw. 5 Monate nach der Vestibulumplastik - die seitlichen Keramikteile, die nur von einer 2 mm hohen und wenigen mm breiten Knochenschicht bedeckt waren, wieder entfernt werden, da sie unter der Prothesenbelastung Schmerzen auslösten. Im Frontbereich wurde im Januar 1976 eine PICHLER-Plastik durchgeführt. Insgesamt kam es zu einer Verbesserung des Prothesenlagers, wenn auch durch die sekundäre Wundheilung die vestibuläre Tasche erheblich zurückschrumpfte.

6. Frau J.S., 67 J

Die zentrale Unterkieferhöhe bei dieser Patientin betrug 15 mm. Das Prothesenlager war flach und nicht prothetisch zu versorgen. Im November 1975 wurde eine zentrale, kastenförmige Osteotomie vorgenommen und distal des elevierten Knochensegmentes subperiostal zwei Keramikimplantate auf dem Unterkiefer fixiert. Das craniale Knochensegment wurde zwar in der Folgezeit durch

die Zungen-Mundbodenmuskulatur etwas nach distal verzogen, es entstand aber nach der Vestibulumplastik mit Spalthaut eine funktionell befriedigende frontale Tasche. Etwa 1/2 Jahr nach der Primäroperation mußten die seitlichen Implantate wieder entfernt werden, da sie permanente Beschwerden unter der Prothesenbelastung auslösten.

7. Frau I.F., 57 J.

Bei einer zentralen Unterkieferhöhe von 15 mm wurde diese Patientin in der gleichen Art operiert wie die Patientin J.S. und nach den gleichen Beschwerden mußten auch hier die seitlichen, subperiostalen Implantate nach 3 bzw. 4 Monaten wieder entfernt werden.

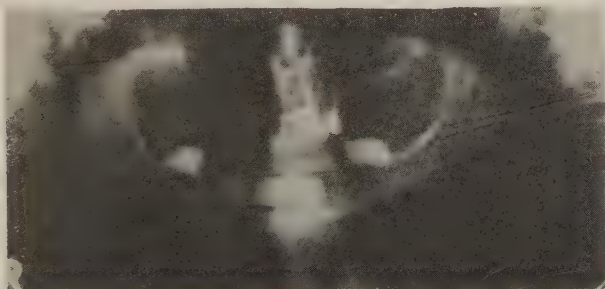


Abb. 24 : Orthopantomogramm nach zentraler Osteotomie, Zentrales Keramikinterponat und zwei seitliche subperiostale Implantate. Pat.I.F.

Außerdem wurde auch das zentrale Implantat wieder herausgenommen, da in der Umgebung einer oralen Fistel weiches Granulationsgewebe der Keramik auflag. Es mußte befürchtet werden, daß die Spalthaut hier nicht anwachsen würde. Nach der Entfernung des Ceravialbogens wurde deutlich, daß sich ein fester knöcherner Rahmen gebildet hatte, der die Ausformung eines genügend tiefen Vestibulums zuließ.

8. Frau U.D., 54 J.

Die Patientin war vom Zahnarzt überwiesen worden, weil er nicht mehr in der Lage war, eine funktionsfähige untere Prothese einzugliedern. Der Kieferkamm war stark atrophiert, die zentrale Unterkieferhöhe, gemessen am Fernröntgenbild, betrug 14 mm. Außerdem beklagte die relativ junge Patientin den "Omahaften" Gesichtsausdruck, der sich in eingefallenen, faltigen Lippen, spitzem Kinn und ausgeprägter Mentolabialfalte äußerte.

Nach den negativen Erfahrungen mit den seitlichen superiostalen oder nur knapp vom Knochen bedeckten Implantaten entschlossen wir uns, diese Augmentationsform aufzugeben und nur noch die oben als zweite angeführte, kastenförmige Osteotomie durchzuführen. Im März 1976 begann mit der Patientin U.D. diese zweite Serie. Die Unterkieferfront wurde um ein Ceravital^R - Implantat von 10 mm Höhe angehoben. Unter der Operation kam es offenbar durch den Gebrauch von Meißeln zum Abhebeln des cranialen Segmentes, zu einer klinisch nicht erkannten Infraktur, die später röntgenologisch entdeckt wurde, jedoch zu keiner Beeinträchtigung des Ergebnisses führte.

Im Mai 1976, 8 Wochen nach der Primäroperation erfolgte die vordere Vestibulumplastik mit Spalthautdeckung und eine Mundbodenplastik nach TRAUNER. Das postoperative Ergebnis war sehr gut, wenn auch im Fernröntgenbild eine leichte Retraktion des cranialen Knochensegmentes erkennbar wurde. Die vestibuläre Tasche hatte eine klinische Tiefe von 22 mm und der zuvor greisenhafte Gesichtsausdruck wurde deutlich verbessert.



Abb. 25 : Pat. U.D., Prothesenlager praeoperativ

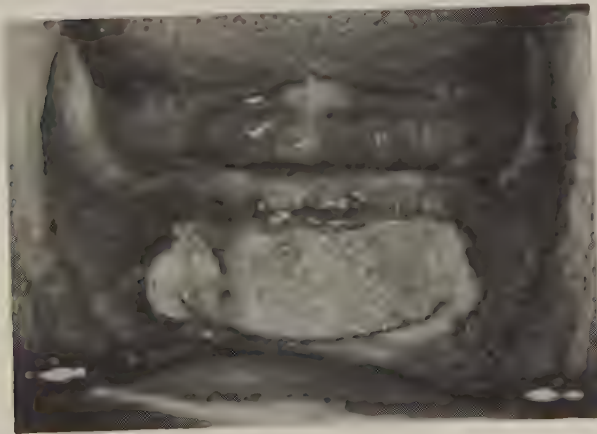


Abb. 26 : Prothesenlager postoperativ

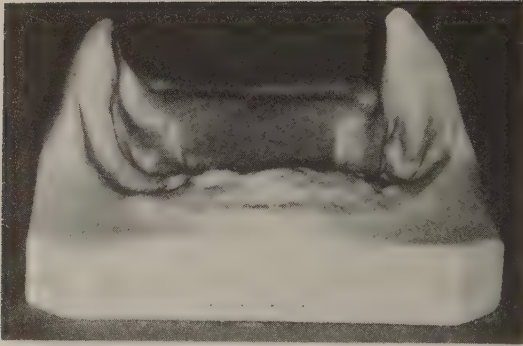


Abb. 27 : Gipsmodell praeoperativ

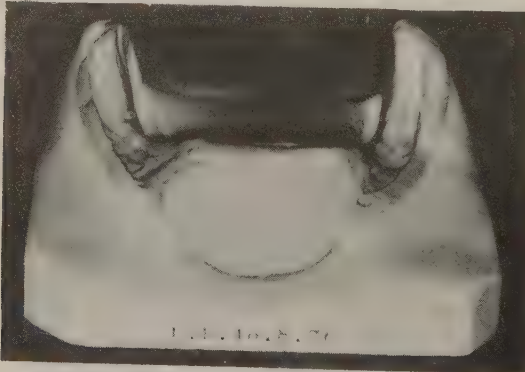


Abb. 28 : Gipsmodell postoperativ



Abb. 29 : Profil praeoperativ

Abb. 30 : Profil postoperativ



Abb. 31 : En face Aufnahme praeoperativ

Abb. 31 : En face Aufnahme postoperativ

9. Frau C.K., 59 J.

Bei dieser Patientin war der Knochen besonders im Bereich der Unterkieferfront resorbiert und führte hier zu einer sattelartigen Vertiefung. Die zentrale Knochenhöhe betrug 12 mm, eine Retention für die Prothese war ohne chirurgische Intervention nicht mehr möglich. Im März 1976 wurde eine typische zentrale, kastenförmige Alveolarkammerhöhung um 1 cm vorgenommen. Aufgrund von Verzögerungen von Seiten der Patientin erfolgte die Mundboden- und Vestibulumplastik erst im Juli 1976. Auch die Nachschautermine nach dieser Operation hielt sie nicht ein, so daß die sehr indolente Patientin schließlich erst dann erschien, als sich sowohl im Vestibulum als auch am Ansatz des m. genioglossus große Druckulcera gebildet hatten. Im Vestibulum lag die Keramik frei, die wir schließlich entfernen mußten, da der Defekt sich nicht schließen ließ. Auch danach stellte das Operationsergebnis noch eine deutliche Verbesserung gegenüber dem Ausgangsbefund dar.

Die vestibuläre Tasche war 14 mm tief und gewährleistet zusammen mit langen lingualen Flügeln einen guten Prothesensitz.

10. Frau M.R., 69 J

Diese Patientin bot in unserer Serie das extremste Bild der Unterkieferresorption. Statt der Form eines Walles hatte das Prothesenlager die Form einer Mulde, Mundboden und Vestibulum überragten das Knochenniveau, und die Prothese war ohne jeglichen Halt. Im Fernröntgenbild betrug die zentrale Unterkieferhöhe noch 9 mm, an der spina mentalis posterior 12 mm. Der canalis mandibularis verlief unmittelbar unter der cranialen Corticalis und das foramen mentale lag auf dem Kieferkamm. Bei diesem Befund wundert es nicht, wenn die Patientin über den schlechten Sitz der Prothese und quälende Schmerzen besonders beim Kauen klagte. Die ausgeprägte Knochenatrophie ließ

auch bei dieser Patientin die Merkmale des Greisengesichts deutlich hervortreten.

Im September 1976 wurde eine zentrale, kastenförmige Augmentation vorgenommen. Basierend auf den Erfahrungen an früheren Patienten führten wir jetzt erstmals eine Verschraubung des elevierten Knochens und der interponierten Glaskeramik mit der Unterkieferbasis durch. Dadurch wird die primäre Stabilität erhöht und eine Retraktion der Segmente sicher verhindert. Auch hier war die Wundheilung unauffällig.

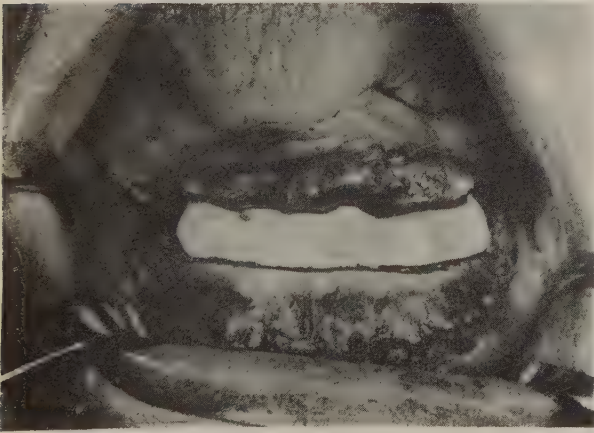


Abb. 33 : Pat. M.R. Operationssitus

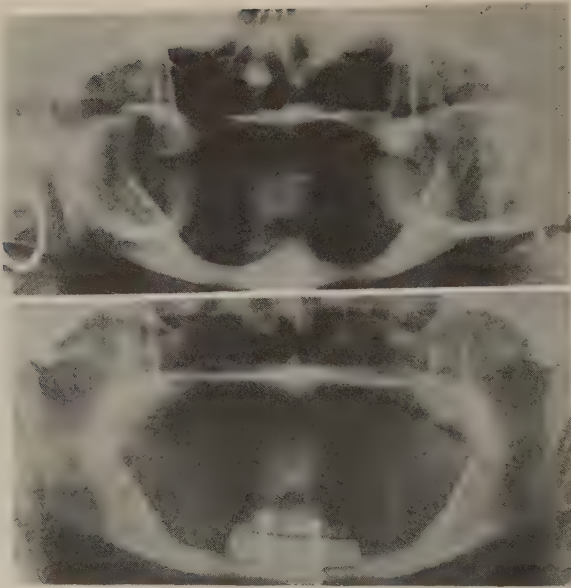


Abb. 34: Orthopantomogramm praeoperativ

Abb. 35: Orthopantomogramm postoperativ

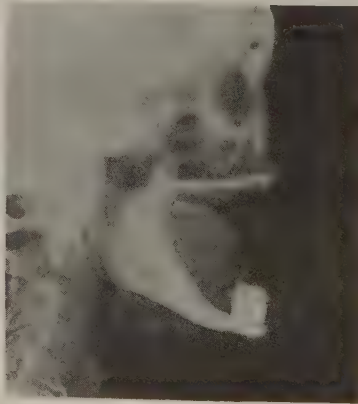
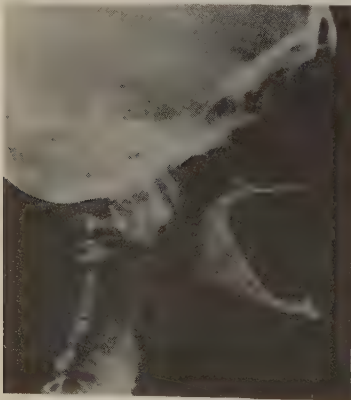


Abb. 36: Fernröntgenbild praeoperativ

Abb. 37: Fernröntgenbild postoperativ

Im Dezember 1976 erfolgte die Zweitoperation: Die Schrauben wurden entfernt und im Vestibulum eine typische PICHLER-Plastik mit Spalthautübertragung vorgenommen. Der Mundboden wurde nach FRENKEL operiert: Die Schleimhaut wurde an den Alveolarfortsatz zurückgenäht, da bei dem sehr dünnen ramus horizontalis die Dehnbarkeit der Mundbodenschleimhaut in jedem Fall ausreichte, die maximale Extension bis zum Unterkieferrand zu gewährleisten. Das Operationsergebnis war sehr gut: Die klinische Tiefe des vorderen Vestibulums betrug 21 mm, die Schmerzen am foramen mentale waren nahezu vollständig verschwunden (offenbar durch die geschützte Lage in dem belastungsfreien Knochenwinkel) und die Kontur des Unter gesichts war verbessert.

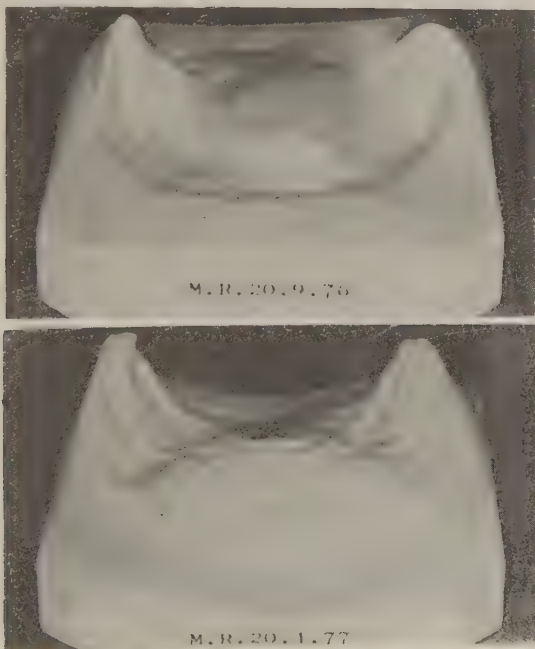


Abb. 38 : Gipsmodell des Prothesenlagers praeoperativ

Abb. 39 : Gipsmodell postoperativ

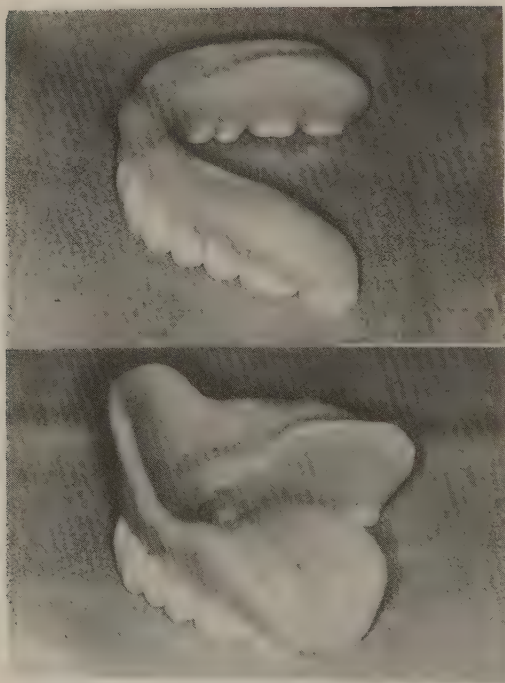


Abb. 40 : Prothese praeoperativ

Abb. 41 : Prothese postoperativ

11. Herr E.D., 62 J.

Die Anamnese des Patienten wurde bereits oben erwähnt: Als typische Bäckererkrankung hatte er mit 27 Jahren die letzten Zähne verloren und seither Prothesen getragen, die nie länger als 14 Tage nach der Neuankunftung saßen. Er gab an, häufig unter Schläfenschmerzen und Druckgefühl in den Ohren zu leiden, was sich besserte, wenn er einen Finger zwischen die Zahnreihen oder Kaugummi unter die Prothesen legte. Das Prothesenlager war flach, die zentrale Unterkieferhöhe betrug 20 mm. Im November 1976 erfolgte die kastenförmige Unterkiefererhöhung. Die Segmente wurden durch zwei Drahtligaturen fixiert, da Schrauben in der notwendigen Länge von mehr als 20 mm nicht

vorhanden waren. Im Februar 77 wurde die Mundboden- und Vestibulumplastik durchgeführt. Bei nicht maximaler Extension des Vestibulums ergab sich eine klinische Tiefe von 24 mm. Die Höhe der endgültigen Prothese konnte leicht so gestaltet werden, daß die zuvor beklagten Beschwerden im Sinne eines Costen-Syndroms nicht mehr auftraten.

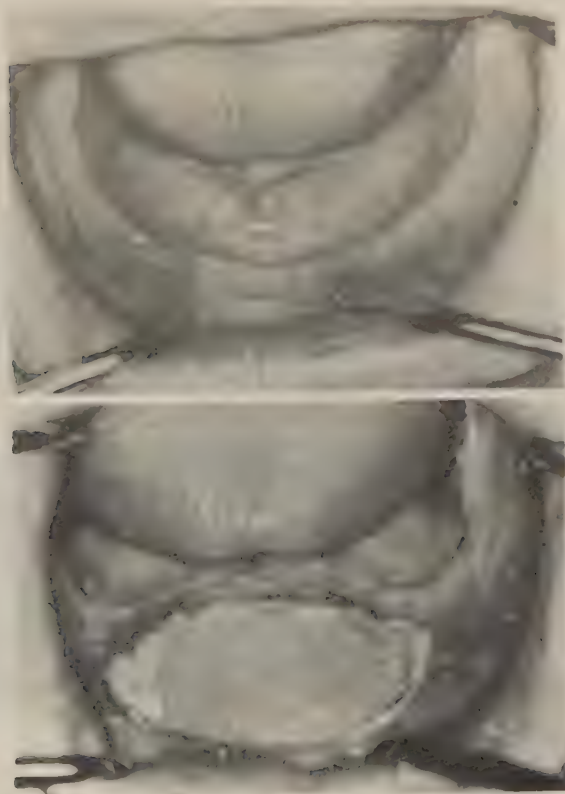


Abb. 42 : Intraoraler Befund praeoperativ

Abb. 43 : Intraoraler Befund postoperativ

12. Herr H.S.

Andauernde Beschwerden mit der unteren Prothese führten den Patienten zu dem Entschluß, eine prinzipielle, chirurgische Verbesserung des Prothesenlagers anzustreben. Der Unterkiefer war mit 17 mm zentraler Knochenhöhe deutlich atrophiert, bildete aber einen nach oral gut ausgeprägten Wall. Im Januar 1977 erfolgte die typische Augmentationsplastik. Die Segmente wurden mit zwei 24 mm langen Knochenschrauben gegeneinander fixiert. Die Wundheilung war unauffällig.

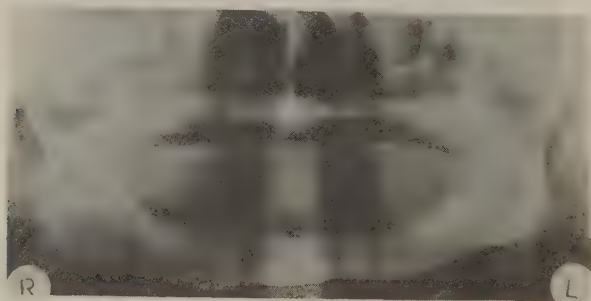


Abb. 44 : Pat. H.S.

Orthopantomogramm praeoperativ

Abb. 45 : Orthopantomogramm postoperativ

Zusammenfassend lassen sich die zwölf Patienten in drei Behandlungsgruppen gliedern, die zeitlich einander folgten.

- I. Vier Patienten mit stufenförmiger Osteotomie. Als Ergebnis dieser Gruppe muß festgehalten werden, daß die Fixation der seitlichen Interponate nicht sicher gelang. Submucös gelegene Keramikteile führten zu Schmerzen bei Prothesenbelastung. Die zentralen Implantate zeigten gute Ergebnisse.
- II. Drei Patienten mit zentralen, kastenförmigen Osteotomien erhielten seitliche, subperiostal gelegene Cera-vitalimplantate, die wegen persistierender Beschwerden ohne Ausnahme wieder entfernt werden mußten. Auch hier erbrachten die zentralen Implantate prinzipiell gute Ergebnisse.
- III. Fünf Patienten mit zentraler, kastenförmiger Osteotomie wurden nur noch mit einem zentralen Glaskeramik-Interponat versorgt, das mit der Unterkieferbasis temporär verschraubt wurde. Nach einer obligaten Vestibulum- und Mundbodenplastik sind die Ergebnisse dieser Gruppe gut. Das Prothesenlager und der Gesichtsausdruck können deutlich verbessert werden.

9. Diskussion

a. Indikation

Eine kritische Durchsicht der Literatur macht deutlich, daß zahlreiche Autoren schon früh die Grenzen der konventionellen Vestibulum- und Mundbodenplastik bei der Behandlung der Alveolarkammatrophy erkannten. Diese Grenze war um so deutlicher, als gerade jenen Patienten mit starker Atrophie, die einer Verbesserung des Prothesenlagers am dringendsten bedurften, nicht mehr geholfen werden konnte.

Der prinzipiell beste Weg, dieses Problem zu lösen, wäre die Prävention der Atrophie selbst. Bisher allerdings gelingt es nicht einmal, die Ursachen zu benennen, und FORMAN (1976) bleibt in seiner Übersicht über die Ätiologie der präsenilen Atrophie auch recht indifferent, wenn er sie für ein multifaktorielles Geschehen hält. Als lokale Faktoren erwähnt er frühen Zahnverlust, fehlenden funktionellen Reiz (disuse) und die Umkehr des primär zentrifugalen Blutstromes (von einer Zentralarterie zur Peripherie) in einen zentripetalen Strom (von der Peripherie in das Zentrum). Dazu treten nach seiner Meinung als Mitursachen ein Malabsorptionssyndrom oder Osteoporose.

Solange es also nicht möglich ist, die Involution zu vermeiden, bleibt als therapeutische Konsequenz, den verlorengegangenen Knochen wieder zu ersetzen. Zwar gelingt es in vielen Fällen von mäßiger Atrophie, auch ohne absolute Erhöhung auszukommen, die Indikationsgrenze dafür sollten allerdings nicht mechanistisch starr jene 15 mm zentrale Unterkieferhöhe sein, die z. B. von TERRY und HÄRLE angegeben werden. Sicher ist unter dieser Höhe von ca. 15 mm eine einfache Vestibulumplastik ineffektiv, ebenso sicher gibt es jedoch viele Patienten, die auch bei größeren Werten soviel an Unterkieferhöhe verloren haben, daß ein Ausgleich der Bißhöhe durch eine Prothese allein kaum noch gelingt. In diesen Fällen wird entweder die Prothese zu hoch und wegen großer Kippmomente statisch beson-

ders ungünstig sein, oder aber die Bißhöhe wird nicht richtig eingestellt. Im ersten Fall wird der circulus vitiosus: schlecht sitzende Prothese --- Verstärkter Knochenabbau --- schlecht sitzende Prothese nicht durchbrochen und im zweiten Fall bleibt das funktionelle Gleichgewicht des Kauapparates gestört, was sich als "Costen-Syndrom" zu äußern pflegt. Es scheint daher sinnvoll, zusammen mit einem Prothetiker die exakte Bißhöhe zu bestimmen, um daran den Knochenverlust abzuschätzen, die lokalen Gegebenheiten wie Vestibulumtiefe, Mundboden, Kieferkammform und absolute Unterkieferhöhe zu analysieren und daraus die Indikation für eine absolute Erhöhung oder konventionelle Mundboden- und Vestibulumplastik abzuleiten.

Daneben sind noch andere Parameter zu berücksichtigen: Es wurde oben dargestellt, daß es mit einer Unterkieferaugmentation gelingt, den greisenhaften Gesichtsausdruck zu verbessern. Danach kann empfohlen werden, besonders bei jüngeren Patienten, die unter der vorzeitigen Alterung des Gesichts leiden, diese Operation zu erwägen.

Schließlich muß bedacht werden, daß jede Operation, besonders aber die zweizeitige Augmentation eine Belastung für den Patienten darstellt und bei eingeschränkter allgemeiner Operabilität nicht vorgenommen werden sollte. Insgesamt muß sorgfältig abgewogen werden, ob die Beschwerden durch das insuffiziente Prothesenlager eine zweimalige Operation rechtfertigen. Diese Frage muß mit den Patienten erörtert und von ihnen selbst entschieden werden.

Nach allem bleibt die Frage: Wie steht es mit dem Erfolg der Operation, gemessen an bisher geübten Verfahren? Lohnt der Aufwand, gibt es eine signifikante Verbesserung, welche Gefahren, Mißerfolge und Nebenwirkungen sind zu befürchten und wie ist das Langzeitergebnis?

Diese Fragen sollen im Folgenden aufgrund zweijähriger Erfahrungen mit dem Material und den Methoden diskutiert werden.

b. Literaturdiskussion

Die naheliegendste Methode des Unterkieferaufbaus ist die Implantation von auto-, homoio- oder heterologem Knochen oder Knorpel. Zahlreiche Autoren berichten über diese Verfahren, die im Regelfall gute Primärergebnisse brachten und deren wesentlicher Vorteil in der technisch einfachen subperiostalen Applikation liegt. Aufwendig hingegen ist die Entnahme autologen Gewebes während homoio- und heterologer Knochen bzw. Knorpel mühevoll präpariert und gelagert werden müssen. So sehr sich diese Operationsmethode anbietet, so deutlich ist in Langzeituntersuchungen die schnelle Resorptionstendenz des implantierten Knochens mit Werten von 30 - 50 % im ersten Jahr (THOMPSON et al., WANG et al., BIRD, DAVIS). Geringere Resorptionsraten, aber ein höherer Anteil von Infektionen und anderen Komplikationen, fanden sich bei den Knorpeltransplantaten, erklärlich wohl dadurch, daß der implantierte Knorpel reaktionslos, ohne Gefäßanschluß und damit einem Fremdkörper ähnlich im Gewebe eingescheldet wird. Berücksichtigt man dazu die im allgemeinen nur geringe primäre Verbesserung des Prothesenlagers, so wird verständlich, daß diese Methode nicht als ultima ratio angesehen werden kann.

Es ist jedoch herauszustreichen, daß im Gegensatz zu allen anderen unten dargestellten Verfahren nur für die Knochen- und Knorpeltransplantation verwertbare Statistiken mit Langzeituntersuchungen vorliegen, so daß alle anderen auch primär positiven Kasuistiken in ihrem Wert zunächst nicht einzuordnen sind.

Aber auch ohne große Statistiken sind viele alloplastische Implantatmaterialien bereits im Versuchsstadium als wenig geeignet erkannt worden. Als Operationsmethode wurde nahezu immer die subperiostale Implantation auf den Kieferkamm

gewählt. Zu den so untersuchten und wieder verworfenen Materialien zählen Metalle, Polyvinyl- und Acrylatderivate als Schwämme und Festkörper, Silastic-Implantate, Teflon und Dracon. Wesentliche Nachteile dieser Stoffe lagen darin, mit dem umgebenden Gewebe keine feste Verbindung einzugehen, infektionsanfällig, auf dem Knochen nicht sicher ortsständig zu sein und unter Prothesenbelastung ischämische Schleimhautnekrosen zu verursachen. Ferner fanden JOBE et al. (1973) und ROBINSON et al. (1969) Knochenresorptionen unter alloplastischem Ersatz.

Nach den Erfahrungen mit den oben angegebenen Werkstoffen stellten TOPAZIAN et al. unter anderem folgende Forderungen an ein geeignetes subperiostales Implantationsmaterial:

"Nontoxic, nonantigenic, strong, resilient. It should have the capacity for being repaired if injured, not cause resorption of the underlying bone, allow normal vascularity of the overlying mucosa when forces are transmitted from dentures, and allow for ready attachment of the surrounding tissues".

Die vorläufig letzte Entwicklung eines biokompatiblen, porösen und resilienten Kunststoffes in diesem Sinne ist Proplast^R, ein Gewebe aus Teflon und Kohlenstoff, das subperiostal implantiert ein gutes Prothesenlager ergab. Durch die Einsprossung zahlreicher Kapillaren konnten KENT et al. sogar eine sekundäre Einheilung beobachten. Bisher wurden allerdings erst einjährige Nachuntersuchungen veröffentlicht, so daß eine Beurteilung noch nicht möglich ist.

Ein besonders hoher Grad von Biokompatibilität zeichnet die 1963 erstmals in der Medizin verwendeten Aluminiumoxydkeramiken aus, d. h. knöcherne und bindegewebige Strukturen wachsen schnell und dicht an den Werkstoff an, der selbst allerdings nicht resilient ist. TOPAZIAN und HAMMER implantierten 1971 und 1973 derartige poröse Keramikkörper subperiostal in

der Vorstellung, daß einsprießende Kapillaren und Bindegewebe eine Ernährung und Polsterung der Mucosa gewährleisten würden. Fehlende Berichte über die Ergebnisse seit 1971 lassen vermuten, daß sich dieses Verfahren nicht bewährt hat, auch wenn PEDERSEN 1976 zwei positive Fälle beschrieb, die ein Jahr in Kontrolle waren.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich bisher kein Verfahren bewährt hat, um den atrophierten Unterkiefer durch subperiostale Implantate zu erhöhen.

Eine sehr ungewöhnliche Methode von FORMAN, der den Unterkiefer durch Anlagerung von Knochen am unteren Unterkieferrand erhöht, braucht in diesem Zusammenhang nicht weiter diskutiert zu werden. Mit dieser Methode wird die Bißsenkung nicht ausgeglichen und die Gesichtsrelationen noch weiter verschoben.

Die von HÄRLE vorgestellte Visierosteotomie scheint drei wesentliche Nachteile zu haben: Sie ist technisch schwierig und bedarf eines speziellen Instrumentariums, der nervus mandibularis ist gefährdet, und der hochgesetzte Knochen bildet eine schmale Kante, die unter der Prothesenbelastung wahrscheinlich schnell resorbiert wird. In seiner letzten Modifikation umfüttert HÄRLE diese scharfe Kante mit bone chips, die allerdings den gleichen Resorptionstendenzen unterliegen, die oben für den autoplastischen Knochenersatz angegeben wurden.

Die von BARROS-SAINT-PASTEUR sowie von SCHETTLER angegebenen Methoden der Alveolarfortsatzerrhöhung nach horizontaler Osteotomie ähneln der o. a. stufenförmigen Osteotomie. Die Vorteile sind hier wie dort, die gesamte Breite und fast die ganze Länge der Prothesenbasis angehoben zu haben. Nachteile sind vor allem die schwierige technische Durchführbarkeit im Osteotomiebereich über dem foramen mentale und nervus mandibularis und die immer

mögliche Verletzung oder Irritation des Nerven, sei es durch die Osteotomie selbst oder durch Druck des interponierten Materials. SCHETTLER gibt an, das foramen mentale nach dorsal und caudal zu verlegen und die Osteotomie von 36 bis 46 zu legen. Ob und gegebenenfalls wie er osteotomiert, wenn das foramen mentale auf dem Kieferkamm und der canalis mandibularis direkt unter der cranialen Corticalis liegen, wird nicht beschrieben. Immerhin sind das häufige Fälle in der Praxis, auf die auch BARROS-SAINT-PASTEUR nicht eingeht.

Ein weiterer Vorbehalt muß bei dem Verfahren von BARROS-SAINT-PASTEUR gemacht werden: Seine subcorticale Osteotomie schließt cranial nur die Mundbodenschleimhaut ein und trennt den Knochen damit von seinen nutritiven Gefäßen und von seinem Muskelstiel. Es ist daher zu befürchten, daß der schlecht versorgte Knochen bei primär schon beschleunigter Involution noch schneller resorbiert wird. Auch bei dem Verfahren von SCHETTLER wird diese Gefahr nicht erkennbar ausgeschlossen.

Beiden Autoren gebührt jedoch das Verdienst, erstmals das wichtige Prinzip verfolgt zu haben, den physiologischen Prothesenlagerverbund von Schleimhaut, Periost und Knochen für eine Unterkiefererhöhung erhalten zu haben.

Wenn die Prämissen gelten, daß subperiostale Augmentationen wenig erfolgreich sind und daß Sandwich-Plastiken das physiologische Prothesenlager am besten erhalten, dann stellt sich die Frage, welches Interpositionsmaterial und welche Operationsmodifikation sinnvoll angewandt werden können.

BARROS-SAINT-PASTEUR verwendete 1966 bei seiner subcortikalen Osteotomie Gips als Füllmaterial, das bereits seit 1892 in der Diskussion ist. Dieses Material muß allerdings heute als obsolet gelten, da seine Zusammensetzung mit dem hohen Sulfatanteil unphysiologisch ist und die Abbauvorgänge unkontrollierbar ver-

laufen. Der in die Zukunft weisende Gedanke lag darin, dem Körper Ca^{++} - Ionen zur Stimulierung der Knochenneubildung anzubieten, ein Gedanke, der sowohl bei der Entwicklung der resorbierbaren Kalziumphosphatkeramik als auch der Glas-keramik Pate gestanden hat.

Das bekannteste und am besten untersuchte Knochenersatzmaterial ist autologer oder heterologer Knochen. Bei allen hinlänglich bekannten Vor- und Nachteilen hat ein Gesichtspunkt besonderes Gewicht:

Wegen der großen Resorptionsneigung auch des frei transplantierten autologen Knochens muß befürchtet werden, daß sich das primäre Operationsergebnis nicht halten läßt. BARROS-SAINT-PASTEUR, der dieses Verfahren wählte, berichtet leider über keine Langzeitergebnisse. DANIELSON und NEMARICH führten an Affen gleichartige Operationen durch und fanden in einer Kontrollzeit von bis zu 50 Wochen nur minimale Resorptionen, allerdings ohne Prothesenbelastung. Sie vermuten jedoch - sicher zu Recht - daß das Ausmaß resorptiver Veränderungen bei dieser Technik geringer sein wird als bei subperiostalen Implantaten.

Das andere klassische Implantationsmaterial, nämlich Knorpel, benutzte SCHETTLER für seine Sandwich-Plastik. Während ein Höhenverlust durch Resorptionen weniger wahrscheinlich ist, scheinen andere Gefahren vorrangig: die in der Literatur häufig beschriebene Infektionsanfälligkeit bleibt ein Problem und aufgrund einer nur bindegewebigen Einscheidung besteht die Möglichkeit, daß das craniale Knochensegment durch den starken Zug der genio-glosso-hyoidalen Muskulatur nach dorsal verzogen wird. Bisher noch ausstehende Nachuntersuchungen von SCHETTLER werden diese Fragen klären.

Alle bisher gebräuchlichen alloplastischen Implantationsmaterialien, seien es Metalle, Polyvinyl- oder Acrylatderivate, Dracon, Teflon, Kohlenstoff oder auch die Aluminiumoxyd-Keramiken stellen als Knochenersatzmaterial für unseren Zweck keine Alternative dar. Sie sind zwar inert, in beliebiger Menge und Form herstellbar und teilweise leicht zu bearbeiten, ihnen fehlt aber insgesamt die Fähigkeit mit dem umgebenden Knochen einen mechanisch belastbaren Verbund einzugehen. Sie werden alle - mehr oder weniger ausgeprägt - von Bindegewebe eingeschieden, also als Fremdkörper demarkiert und können nur dann gegen mechanische Kräfte gesichert werden, wenn man sie porös gestaltet, damit das Lagergewebe in sie einwächst.

c. Tierversuche

Eine Verbindung auf einer höhrern, chemischen Ebene hat HENCH erstamls für Biogläser und Glaskeramiken nachgewiesen. BLENCKE bestätigte diese Ergebnisse an der von der Firma Ernst Leitz Wetzlar GmbH entwickelten, physiologisch angepaßten Glaskeramik Ceravital^R, deren stöchiometrische Zusammensetzung dem Knochen angepaßt ist und die praktisch unlöslich sein soll. In zahlreichen Tierversuchen an zunächst unbelasteten Implantaten konnten STRUNZ et al. und GROSS et al. in unserer Berliner Arbeitsgruppe die Anwachskinetik und Bioaktivität der Glaskeramik objektivieren. Aus diesen Ergebnissen kann abgeleitet werden, daß zumindest im Tierversuch die Glaskeramik vor allen anderen alloplastischen Werkstoffen als Knochenersatzmaterial geeignet erscheint. Dabei müssen allerdings die mechanischen Eigenschaften von Ceravital^R berücksichtigt werden: es ist sehr spröde, hat nur eine geringe Scherfestigkeit, keine Elastizität aber eine hohe Druckfestigkeit. Zur Interposition im Unterkiefer ist es geeignet, da hier die wesentliche Belastung eben auf Druck erfolgt.

In den oben angeführten Modelloperationen am Hausschwein konnte gezeigt werden, daß auch größere Keramikproben bis zu 4 x 1 x 1 cm unter ungünstigen Ausgangsbedingungen in den Knochen integriert werden. Nach partiellen Resektionen am Unterkiefer wurden die Prüfkörper so eingebracht, daß drei bzw. vier Seiten keinen Knochenkontakt hatten.

Ähnlich wie in den früheren Untersuchungen anderer Autoren finden sich auch hier nach etwa 8 Wochen die Flächen der Glaskeramik partiell in einem festen Knochenverbund, wenn sie dem Knochen primär anlagen. Die zuvor freien Keramikflächen wurden von Knochen überwachsen, ohne daß dieser Prozeß zu diesem Zeitpunkt abgeschlossen war. Immerhin war das Interponat soweit fixiert, daß es erhebliche Transversalkräfte aufnehmen könnte. Im Hinblick auf die menschliche Augmentation würde das bedeuten, daß nach etwa 8 Wochen der Verbund ausreicht, den Schub der Prothese aufzufangen. Man muß allerdings berücksichtigen, daß die Tierversuche nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragen werden können und daß bei Schweinen im Alter zwischen 6 Monaten und 2 Jahren größere osteogenetische Potenzen angenommen werden müssen, als bei einem 65jährigen osteoporotischen Menschen. Insgesamt wird die Diskrepanz zwischen Tierversuch und Klinik jedoch eher nur quantitativ, nicht aber qualitativ sein.

In dem zweiten Modell wird die Integrationsfähigkeit von Knochen der Glaskeramik gegenüber noch augenfälliger. Der Ceravitalquader war nur mit den beiden Stirnseiten in eine Resektionshöhle eingeklemmt und nach 156 Tagen vollständig von Knochen umwachsen. Histologisch waren ca. 40 % der Keramikoberfläche in einem innigen Knochenverbund. Unter dem Eindruck dieser biologischen Aktivität hielten wir es sogar für denkbar, daß auch subperiostale Implantate am Menschen knöchern eingescheidet werden könnten, eine Hoffnung, die sich

bei unseren Patienten allerdings nicht erfüllte. Gründe dafür werden wieder im Alter der Patienten und darin zu suchen sein, daß die Keramik beim Menschen auf der Corticalis ohne Verbindung zum Knochenmark lag. Zu dieser Frage müssen weitere Tierexperimente durchgeführt werden.

Die dritte Versuchsanordnung schließlich entsprach der menschlichen, kastenförmigen Osteotomie mit einem freien, einseitig gestielten Knochenfragment, das jedoch keinen Muskelansatz trug. Seine exponierte Lage am unteren Unterkiefertrand und die schwache Fixation lediglich durch einen Dexonfaden bedeuten, daß es sich um ein primär mobiles oder belastetes Implantat handelte. Während zwei Implantate verloren gingen (wahrscheinlich durch Instabilität und/oder Infektion) war das dritte Interponat nach 99 Tage nahezu vollständig in den Knochen eingebaut, wobei etwa 60 % der Glaskeramikoberfläche fest mit dem Knochen verwachsen waren. Wenngleich dazu noch weitere Untersuchungen notwendig sind, so läßt sich doch feststellen, daß auch unter primär nicht stabilen Bedingungen ein fester Knochen-Keramik-Verbund möglich werden kann.

Unbeantwortet bleibt zunächst die Frage, unter welchen Modalitäten der feste Knochen-Keramik-Verbund zustande kommt, was ihn in manchen Fällen verhindert und weshalb das Anwachsverhalten am gleichen Präparat so unterschiedlich sein kann wie z. B. bei Nr. 25 a I und 13 b II. Eine mögliche Hypothese besteht darin, daß ähnlich wie bei der Knochenheilung nur eine gewisse Distanz überbrückt werden kann, die auch davon abhängig ist, ob das System ruhig gestellt ist oder nicht. Ein anderes Problem liegt in der zumindest partiellen Löslichkeit der Keramik, die an den Präparaten 13 b II deutlich wird. Ganz offenbar ist die Lösungsgeschwindigkeit an den von Weichgewebe bedeckten Oberflächen besonders groß, und es stellt sich die Frage, ob die Lösungsprodukte der Glaskeramik eine Verknöcherung verhindern, wodurch im circulus vitiosus die Elution der Keramik wieder beschleunigt wird.

d. Operationsverfahren am Menschen

Die Augmentationen am Menschen lassen sich operationstechnisch in drei, zeitlich aufeinander folgende Gruppen unterteilen:

- I. Vier Patienten mit stufenförmiger Osteotomie
- II. Drei Patienten mit zentraler, kastenförmiger Osteotomie und seitlichen subperiostalen Implantaten
- III. Fünf Patienten mit zentraler, kastenförmiger Osteotomie.

I. Stufenförmige Osteotomie

Die Grundüberlegung für die stufenförmige Osteotomie resultiert einmal aus dem von OBWEGESER angegebenen Phänomen, daß bei der Altersinvolution die Unterkieferkammlinie nach frontal unten abfällt und zum anderen aus dem Bestreben, die Prothesenbasis ohne Ecken und Kanten in ganzer Länge und Breite zu erhalten. Ähnlich wie BARROS-SAINT-PASTEUR und SCHETTLER waren wir bemüht, den Drehpunkt für die Aufwärtsrotation des cranialen Segmentes möglichst weit nach dorsal zu verlegen. Die Stufe vor dem foramen mentale wurde eingeplant, um auch nach der Verschiebung des cranialen Segmentes noch Knochenkontakt zwischen den Segmenten zu behalten und damit die Heilung und Stabilität zu fördern. Wie bereits oben ausgeführt, ist die Operationstechnik besonders im Bereich der lateralen Osteotomie schwierig und an eine Mindesthöhe der Knochenschicht über dem canalis mandibularis von mehr als 5 mm gebunden. In der Praxis zeigt sich jedoch, daß viele dieser Patienten mit einer konventionellen Vestibulum- und Mundbodenplastik aufkommen. Auf der anderen Seite pflegt gerade bei den Fällen, die ohne chirurgische Intervention nicht mehr prothesenfähig sind, die Atrophie so ausgeprägt zu sein, daß

dieses Operationsverfahren nicht mehr möglich ist. Die Indikation für die stufenförmige Osteotomie ist also sehr begrenzt. Ergebnisse und Komplikationen der vier Patienten aus dieser ersten Gruppe seien kurz zusammengefaßt:

Einer Patientin (A.A.) wurde lediglich ein zentrales Implantat eingesetzt. Nach der Vestibulumplastik ohne Spalthauttransplantat und ohne Mundbodenplastik war die Patientin subjektiv sehr zufrieden. Das vordere Vestibulum war ausreichend für einen guten Prothesensitz. Zwei weitere Patienten (W.P. und H.V.) wurden zusätzlich mit seitlichen Implantaten versorgt. Bei beiden Patienten betrug die Knochenschicht über dem canalis mandibularis mehr als 5 mm, die Breite etwa 10 mm. Während die zentralen Implantate wie in allen Fällen beschwerdefrei auch unter der Prothesenbelastung blieben, bildeten sich bei einem Patienten 1 1/2 Jahre nach der Erstoperation Druckstellen an zwei Ecken der seitlichen Implantate aus, die zu einer Korrekturoperation führten. Der andere Patient trug seine Prothese ein Jahr lang bis zu seinem Tode ohne Beschwerden, obwohl ein seitliches Implantat röntgenologisch disloziert war. Bei der vierten Patientin dieser Gruppe mußten die seitlichen Implantate, die nur von einer schmalen, dünnen Knochenlamelle bedeckt waren, 8 bzw. 9 Monate später wegen persistierender Schmerzen wieder entfernt werden. Insgesamt zeigte sich, daß die Fixation der seitlichen Interponate nur unsicher gelang. Durch Druck der Keramik auf den n. mentalis oder mandibularis oder durch submucös gelegene Anteile der Keramik wurden Schmerzen ausgelöst. Die Ergebnisse dieser Gruppe, was die seitlichen Implantate angeht, sind also nicht zufriedenstellend. Als Alternativlösung kommen folgende Möglichkeiten in Betracht:

1. Verzicht auf die seitlichen Osteotomien
2. Interposition einer wesentlich kleineren seitlichen Unterstützung mit fester Fixation an das craniale Segment, z. b. durch Schrauben

3. Offenlassen des seitlichen Osteotomiespaltes, in dem sich reparatives Bindegewebe und bei geringer Diastase möglicherweise auch Knochen bilden kann.

Dieser dritte Weg wurde bei der Patientin A.A. eingeschlagen. Ein klinisch messbarer Höhenverlust durch Knochenresorption trat bisher nicht auf. Die Beobachtungszeit beträgt allerdings erst 18 Monate.

II. Zentrale, kastenförmige Osteotomie und subperiostale Implantate

Aufgrund der Tierversuche wurde, wie oben beschrieben, die Hoffnung geweckt, daß die bioaktive Glaskeramik an ihrer Oberfläche die Osteoneogenese auch an freien subperiostalen Flächen induziert. In einer Gruppe von drei Patienten wurden daher zentrale kastenförmige Osteotomien durchgeführt und in den Winkel zwischen horizontalem Unterkieferrand und der Stirnfläche des elevierten zentralen Segmentes jeweils ein subperiostales Implantat eingelegt, dessen nach distal abfallende Fläche wallartig abgerundet wurde. Ähnlich den meisten in der Literatur angegebenen negativen Erfahrungen mit anderen Materialien waren auch unsere Ergebnisse schlecht. In einem Fall kam es zu einem Dekubitalulcus mit Exposition des Implantates. Alle Implantate verursachten Schmerzen unter der Prothese, so daß sie nach zwei bis zehn Monaten wieder entfernt werden mußten. Diese Eingriffe waren allerdings leicht in Lokalanästhesie durchführbar, bedingten keine Verschlechterung des Prothesenlagers und keine bleibenden Beschwerden. In allen Fällen bestand das Implantatlager aus straffem Bindegewebe, das durch einen kapillären Spalt von der Glaskeramik getrennt war. Die histologische Untersuchung (Prof.Gross) ergab keine entzündlichen Zeichen oder Zellatypien. Eine Knochenneubildung war nicht festzustellen.

In weiteren Untersuchungen muß abgeklärt werden, ob eine poröse Keramik, wie sie von PEDERSEN implantiert wurde, durch das Einsprossen von Bindegewebe ein suffizientes Polster ausbilden kann, das in der Lage ist, die Prothesenbelastung aufzufangen.

III. Kastenförmige Osteotomie mit zentralem Implantat

Ausgesprochen positive Erfahrungen haben wir mit der dritten Gruppe gemacht, bei der lediglich eine zentrale, kastenförmige Osteotomie erfolgte. Die Operationstechnik ist einfach, da nur im gut überschaubaren Kinnbereich operiert wird; der nervus mentalis kann leicht dargestellt und sicher geschont werden; das craniale Knochensegment ist immer mehr als 15 mm breit und deckt das Implantat sicher ab; seine Ernährung über die genio-glosso-hyoidale Muskulatur, die Knochenäste der a. profunda linguae und a. sublingualis sowie die Mundbodenschleimhaut ist gewährleistet; die prothetisch relevante frontale Unterkieferpartie wird angehoben und nach der obligatorischen Vestibulumplastik ist selbst in Fällen von weniger als 10 mm Ausgangshöhe eine suffiziente vestibuläre Tasche erreichbar; durch die Augmentation im Kinnbereich wird die Aesthetik des Untergesichts verbessert.

Zur Operationstechnik ist anzumerken, daß keine Meißel benutzt werden sollten, mit denen leicht Frakturen gesetzt werden können. Die Mindestdicke der Unterkieferbasis sollte 5 mm nicht überschreiten. Die senkrechte Osteotomie sollte nicht mit der oscillierenden Säge durchgeführt werden, da die straffe Kieferkamm Schleimhaut sonst einreißen würde. Ihr unverletzter Erhalt scheint jedoch wichtig. Mit dem Raspatorium sollte sie distal und mesial von der geplanten Osteotomielinie abgeschoben werden und während der senkrechten Osteotomie, die wir mit dünnen Lindemann-Fräsen ausführen, sorgfältig geschützt werden. Diese

Schleimhaut überspannt nach der Knochenelevation den Osteotomiespalt und die Stufe zeltdachartig . Eine gerade vordere Wundkante erleichtert den Wundverschluß wesentlich.

Die Fixation des elevierten Knochens erfolgte anfangs mit starken Dexon^R-Fäden, die jedoch dem permanenten Zug der genio-glosso-hyoidalen Muskulatur nicht immer standhielten. So kam es in einigen Fällen zu einer deutlichen Einengung des Unterkieferbogens. Eine Patientin beklagte danach einen zu kleinen Zungenraum.

Ein anderer negativer Effekt der Retraktion ist die Abflachung des vestibulären Walles und damit ein verminderter Halt der Prothese gegen dorsal gerichteten Schub.

Daher sind wir jetzt dazu übergegangen, den angehobenen Knochen und das Interponat auf die Unterkieferbasis aufzuschrauben. Durch die verbesserte primäre Fixation und den innigeren Keramik-Knochenkontakt erhoffen wir ein schnelles und sicheres Anwachsen und vermeiden, in jedem Fall bis zur Entfernung der Schrauben nach etwa 8 Wochen, ein Verschieben der Semente.

Die Applikation der Schrauben wurde oben beschrieben, die technischen Hilfsmittel werden noch überarbeitet, um das Einbringen der Bohrungen weiter zu erleichtern.

Da das craniale Knochensegment frei beweglich ist, bereitet es keine Schwierigkeiten durch Kippung oder Verschiebung nach dorsal eine pseudoprogene Bißlage zu korrigieren und durch die Verschraubung exakt zu fixieren.

Mit der Erhöhung des Unterkiefers wird das Untergesicht wesentlich aufgefüllt und konturiert, die Unterlippe wird abgestützt und der greisenhafte Gesichtsausdruck verbessert. Dieser Effekt ist durch eine einfache Vestibulumplastik nicht erreichbar. Die Gesichtskontur kann im Gegenteil verschlechtert werden, wenn das vestibulum bis an den unteren Unterkiefferrand extendiert werden muß, um überhaupt eine Retention zu erhalten. Nach dem Einsetzen der Prothese wird das Kinn dann unnatürlich plump und rund ausgeformt. Es sollte daher eine grundsätzliche aesthetische Forderung sein, den Unterkiefferrand nicht mit in die Prothesenbasis einzubeziehen und insbesondere die Prothese über die Kinnspitze enden zu lassen. Je dünner die Weichteilbedeckung des Kinns desto wichtiger wird diese Forderung.

Die chirurgische und prothetische Nachbehandlung der Patienten dieser dritten Gruppe mit zentraler Osteotomie war problemlos. 8 Wochen nach der Erstoperation wurde eine typische Mundboden- und Vestibulumplastik durchgeführt, wobei wir in das Vestibulum mitteldicke Spalthaut, im Regelfall vom Oberschenkel, transplantierten. Dadurch wurden vestibuläre Taschen von mehr als 20 mm geschaffen, die einen guten Prothesensitz gewährleisten. Eine weitere Verbesserung wäre vermutlich durch die Transplantation von Schleimhaut zu erreichen.

Bei der Konzeption der Methode der zentralen, kastenförmigen Osteotomie schien vor allem ein Nachteil gegeben: die seitlichen Kanten des elevierten Knochens sind unphysiologisch scharf. Es mußte befürchtet werden, daß es hier zu Druckstellen unter der Prothese kommen könnte. In der Praxis jedoch haben sich diese Bedenken nicht bestätigt. Wenn die straffe, dicke Kieferkammschleimhaut unverletzt erhalten

bleibt, wird diese Stufe so überspannt, daß sich die zuvor gebrochene Kante nicht störend abzeichnet. Druckbeschwerden an diesen Stellen traten bisher nicht auf.

Ein weiterer positiver Effekt der stufenförmigen Osteotomie wurde an der Patientin M.R. deutlich, die mit einer extremen Atrophie (9 mm zentrale UK-Höhe) in unserer Behandlung kam und über permanente Schmerzen unter der Prothesenbelastung klagte. Ursache dafür waren beide nervi mentales, die auf dem Kieferkamm lagen. Nach der kastenförmigen Osteotomie nun kamen die foramina in den Winkel zwischen horizontalen Unterkieferstumpf und der Stirnfläche des elevierten zentralen Fragmentes unter das schräg ausgespannte Dach der Kieferkammschleimhaut in einen unbelasteten, geschützten Winkel. Die zuvor geklagten Schmerzen traten postoperativ nicht mehr auf.

So verständlich dieses Phänomen auch ist, so müßte es doch an einer größeren Patientenzahl objektiviert werden, wie ganz allgemein die Ergebnisse dieser Untersuchung nur eine Tendenz aufzeigen können. An einer größeren Patientenzahl und in einem längeren Kontrollzeitraum müssen vor allem die Fragen geklärt werden, ob der elevierte Knochen über das physiologische Maß hinaus resorbiert wird, ob ein fester Keramik-knochenverbund auch histologisch am Menschen verifiziert werden kann, ob die Keramik im Laufe der Zeit angelöst wird, welche Reaktionen in der Umgebung damit induziert werden und ob schließlich der Knochen unter dem Implantat resorbiert wird.

Soweit überschaubar hat die Glaskeramik gegenüber anderen, bisher gebräuchlichen Knochenersatzmaterialien den wesentlichen Vorteil der Bioaktivität bei geringer Löslichkeit. Die Wertigkeit dieses Vorteils konnte bislang nur tierexperimentell abgesichert werden. Die guten Ergebnisse, die

wir in der dritten Patientengruppe mit der Keramikaugmentation erreicht haben, können zwar als Hinweis, noch nicht jedoch als Beweis für eine weitere sinnvolle Verwendbarkeit am Menschen gelten.

Das Ziel eines idealen alloplastischen Knochenersatzes scheint näher, ist aber noch nicht erreicht.

Zusammenfassung

1. Bei stark atrophiertem Unterkiefer erscheint eine konventionelle Vestibulumplastik nicht sinnvoll, wenn die zentrale Unterkieferhöhe geringer als 15 mm ist, wenn bei absolut ausreichender Höhe klinisch Zeichen eines starken relativen Schwundes bestehen und wenn ein seniler Gesichtsausdruck verbessert werden soll, der durch eine Unterkieferinvolution bedingt ist.
2. Auto- homoio- und heteroplastische subperiostale Implantate zur Unterkiefererhöhung unterliegen ausgeprägten Resorptionen und sind infektionsanfällig.
3. Alloplastische subperiostale Implantate sind nicht geeignet, als Prothesenlager zu dienen, da sie zu Decubitalulcera führen.
4. Knochenverschiebepplastiken zur Unterkieferaugmentation erhalten das physiologische Lager und lassen bei geeigneten Interponaten gute Ergebnisse erwarten.
5. Tierexperimentell erwies sich die Glaskeramik Ceravital^R als geeigneter Knochenersatz, da sie bioaktiv einen bindegewebsfreien Keramik-Knochenverbund induziert, der in der Lage ist, aufgrund einer offenbar chemischen Bindung Scherkräfte aufzufangen.

6. Am Menschen wurden Unterkieferaugmentationen zur Verbesserung des Prothesenlagers in drei Modifikationen durchgeführt:

I. Stufenförmige Osteotomie: Diese technisch schwierige Operation ist nur in seltenen Fällen indiziert, bei denen die Knochenschicht über dem nervus mandibularis mehr als 5 mm hoch und 10 mm breit ist. Im Regelfall reicht bei dieser Patientengruppe eine konventionelle Mundboden- und Vestibulumplastik.

II. Zentrale kastenförmige Osteotomien mit seitlichen subperiostalen Implantaten haben sich nicht bewährt: In allen Fällen mußten die subperiostalen Implantate wieder entfernt werden, da sie unter Prothesenbelastung Schmerzen auslösten.

III. Kastenförmige Osteotomie mit zentralem Interponat: Diese Modifikation ist auch bei hochgradiger Atrophie erfolgreich durchführbar. Nach der obligaten konsekutiven Mundboden- und Vestibulumplastik sind ausreichende vestibuläre Taschen von mehr als 20 mm Tiefe erreichbar, die einen guten Prothesenhalt gegen sagittale Schubkräfte gewährleisten.

Die nach vorne abfallende Kieferkammlinie wird angehoben. Der senile Gesichtsausdruck kann verbessert werden.

7. Eine Bohrlehre zur Vereinfachung der Segmentverschraubung wird vorgestellt.

Literaturverzeichnis

1. Amler, M.H., P.L.Johnson, G.Bevelander
Bone regeneration following grafts with poly-
vinyl plastic sponge
Oral Surg. 11 (1958), 654
2. Bahn, S.L.
Plaster: Abone substitute
Oral Surg. 21 (1966), 672
3. Barros-Saint-Pasteur, J.
Plastia restauradora de la cresta alveolar de
la mandibula
Acta Odont. Venez. 4 (1966), 3
4. Barros-Saint-Pasteur, J.
Plastia reconstructiva del reborde alveolar.
Nuestra investigation clinico-quirurgica.
Acta Odont. Venez. 8 (1970), 168
5. Bell, W.H.
Current concepts of bone grafting
J. Oral Surg. 26 (1968), 118
6. Bhaskar, S.N., D.E.Cutright, M.Knapp, J.D.Beasley,
B. Perez, T.D.Driskell
Tissue reaction to intrabony ceramic implants
Oral Surg. 31 (1971), 282
7. Bhaskar, S.N., J.M.Brady, L.Getter, M.Grower, T.Driskell
Biodegradable ceramic implants in bone.
Electron and light microscopic analysis
Oral Surg. 32 (1971), 336
8. Blencke, B.A., H.Brömer, E.Pfeil, H.H.Käs
Implantate aus Glaskeramik in der Knochen-
chirurgie (Tierexperimentelle Untersuchungen)
Langenbecks Arch. klin. Chir., Suppl. Chir.
(1973), 116
9. Blencke, B.A., H.Brömer, E.Pfeil
Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen der
Reaktion des Knochens auf glaskeramische Implantate
Z. Orthop. 112 (1974), 978
10. Blencke, B.A.
Reaktionen des Knochengewebes auf nichtmetallische
Implantate und spezielle Untersuchungen über die
Eignung von Glaskeramiken als Knochenersatz
Med. Habil. Schrift, Marburg (1974)

11. Bird, J.S., T.L.Kullbom, G.L.Quast
Alveolar ridge augmentation with autogenous cancellous bone and marrow graft: a preliminary report
J.Oral Surg. 32 (1974), 773
12. Bjorlin, G., P.O.Glantz, G.S.Ostlund
Silicone-implants for reconstruction of flabby alveolar ridges
Svensk Tandläk. Tskr. 64 (1971), 789
13. Blackstone, C.H., M.L.Parker
Rebuilding the resorbed alveolar ridge
J. Oral Surg. 14 (1956), 45
14. Bull, H.G., V.Cordes, W.Neugebauer
Spätergebnisse nach Alveolarkamoplastik mit Knorpeltransplantaten
Fortschr. Kiefer-Ges.-Chir. 20 (1976), 58
15. Bunte, M., V. Strunz, K.Bitter, H.Brömer
Augmentationsplastik des atrophischen Unterkieferalveolarfortsatzes mit Glaskeramik
Dtsch. zahnärztl. Z. 31 (1976), 458
16. Bunte, M., V.Strunz, U.M.Gross, K.Kühl, H.Brömer, K.Deutscher
Kiefer-Augmentation mit Glaskeramik im Tierversuch
Dtsch. zahnärztl. Z. 32 (1977) im Druck
17. Calhoun, N.R., M.E.Neiders, G.W.Greene
Effects of plaster-of-paris implants in surgical defects of mandibular alveolar processes of dogs
J. Oral Surg. 25 (1967), 122
18. Converse, J.M., R.M.Campbell
Experiences with bone bank in plastic surgery
Plast. Reconstr. Surg. 5 (1950), 258
19. Converse, J.M.
Restoration of facial contour by bone grafts introduced through oral cavity
Plast. Reconstr. Surg. 6 (1950), 295
20. Danielson, P.A., A.N.Nemarich
Subcortical bone grafting for ridge augmentation
J. Oral Surg. 34 (1976), 887

31. Hammer W.B., R.G.Topazian, R.V.McKinney, S.F.Hulbert
Alveolar ridge augmentation with ceramics
J. Dent. Res. 52 (1973), 356
32. Heimke, G., W.Beisler, H.vonAndrian-Warburg, P. Giss
B. Krempien
Untersuchungen an Implantaten aus Al_2O_3 Keramik
Ber. Dtsch. Keram. Ges. 50 (1973), 4
33. Hench, L.
Reports 1, 2,3. US Army Medical Research and
Development. Command Contract DADA 17-70-c-0001
(1970, 1971, 1972)
34. Henefer, E.P., T.A.McFall, D.C.Hauschild
Acrylate-amide sponge for repair of alveolar
bone defects
J. Oral Surg. 26 (1968), 577
35. Hofer, O
Ein Beitrag zur Alveolarkamoplastik im Unterkiefer
Dtsche Zahn-Mund-und Kieferheilkde 28 (1958), 127
36. Hofer, O., H.Mehnert
Eine neue Methode zur Rekonstruktion des
Alveolarkammes
Dtsche Zahn-Mund-und Kieferheilkde 41 (1964) 354
37. Holland, D.J.
Alveoloplasty with tantalum mesh
J. Prosth. Dent. 3. (1953), 354
38. Hulbert, S.F., F.A.Young, R.S.Mathews, J.J.Klawitter
L.D.Talbert, F.H.Stelling
Potential of ceramic materials as permanently
implantable skeletal prostheses
J. Biomed. Mater. Res. 4 (1970), 433
39. Jobe, R., R.Iverson, L.Vistnes
Bone deformation beneath alloplastic implants
Plast. Reconstr. Surg. 51 (1973), 169
40. Kent, J.N., C.A.Homsy, B.D.Gross, E.C.Hinds
Pilot studies of a porous implant in dentistry
and oral surgery
J. Oral Surg. 30 (1972), 608
41. Köster, K., E.Karbe, H.Kramer, H.Heide, R.König
Experimenteller Knochenersatz durch resorbier-
bare Calciumphosphatkeramik
Langenbecks Arch. Chir. 341 (1976), 77

21. Davis, W.H., R.J.Delo, W.B.Ward, B.Terry, B.Patakas
Long term ridge augmentation with rib graft
J. max.-fac. Surg. 3 (1975), 103
22. DeVore, D.
Collagen heterografts for bone replacement
Oral Surg. 36 (1973), 609
23. Dresser, W.J., H.B.Clark
Study of tissue response to polyvinyl resin sponge
implants in the jaws of dogs
J. Oral Surg. 17 (1959), 3
24. Eskici, A.
Über Kontrollergebnisse der Mundbodenplastik
nach R.Trauner
Oester. Z. Stomat. 2 (1967), 64
25. Eskici, A.
Ergebnisse der Alveolarkammplastik im Unterkiefer
mit Mylohyoideusdurchtrennung
Zahnmed. Diss. Berlin (1973)
26. Forman, G.
Presenile mandibular atrophy: its aetiology,
clinical evaluation and treatment by jaw augmen-
tation
Brit. J. Oral Surg. 14 (1976), 47
27. Gatewood, J.B.
Reconstruction of the alveolar ridge with silicone
Dracon implants: a pilot study
J. Oral Surg. 26 (1968), 441
28. Gerry, R.G.
Alveolar ridge reconstruction with osseous auto-
graft
J. Oral Surg. 14 (1956), 74
29. Getter, L., S.N.Bhaskar, D.E.Cutright, B.Perez,
J.M.Brady, T.D.Driskell, M.J.O'Hara
Three biodegradable calcium phosphate slurry
implants in bone
J. Oral Surg. 30 (1972), 263
30. Härle, F.
Visor osteotomy to increase the absolute height
of the atrophied mandible
J. max.-fac. Surg. 3 (1975), 257

42. Krüger, E.
Die Knorpeltransplantation
Carl Hanser Verlag München (1964)
43. Krüger, E.
Rekonstruktion des atrophischen Alveolarfortsatzes im Unterkiefer durch Transplantation von autoplastischem und homoioplastischem Knorpel
Fortschr. Kiefer-und Gesichtschir. 10 (1965), 53
44. Krüger, E.
Rekonstruktion des atrophischen Alveolarfortsatzes im Unterkiefer mit homoioplastischem Knorpel
Dtsch. zahnärztl. Z. 21 (1966), 418
45. Kruger, G.O.
Ridge extension: review of indications and technics
J. Oral Surg. 16 (1958), 191
46. Lane, S.W., B.Guggenheim, P.Egyedi
Comparison of homogenous freeze-dried and fresh autogenous bone grafts in the monkey mandible
J. Oral Surg. 30 (1972), 649
47. Lewin-Epstein, J.
Use of polyvinyl alcohol sponge in alveoloplasty: a preliminary report
J.Oral Surg.Anaeth. and Hosp. D.Serv. 18(1960)453
48. Lye, T.L.
A histologic evaluation of cartilage homograft used in preprosthetic surgery
Oral Surg. 31 (1971), 745
49. McFall, T.A., E.P.Henefer, E.E.Clinton
Study of acrylate-amide foam in experimental orofacial surgery
J. Oral Surg. 23 (1965), 108
50. Narang, R., H.Wells, D.M.Laskin
Ridge augmentation with decalcified allogenic bone matrix grafts in dogs
J. Oral Surg. 30 (1972), 722
51. Obwegeser, H.
Die totale Mundbodenplastik
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 73 (1963), 565

52. Obwegeser, H.
Weitere Erfahrungen mit der aufbauenden Kamm-
plastik
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 77 (1967), 1002
53. Pedersen, K.N.
Rebuilding of deficient edentulous alveolar
ridge with porous ceramic implants
Int. J. Oral Surg. 5 (1976), 133
54. Robinson, M., R.Shuken
Bone resorptions under plastic chin implants
J. Oral Surg. 27 (1969), 116
55. Schettler, D.
Sandwichtechnik mit Knorpeltransplantat zur Al-
veolarkammerhöhung im Unterkiefer
Fortschr. Kiefer-und Gesichtschir. 20 (1976) 61
56. Schmid, E.
Die aufbauende Kammplastik
Oest. Z. Stomat. 51 (1954), 582
57. Schwartz, A.W.
Experimental study of polyvinyl-formal sponge
as a substitute of tissue
Plast. Reconstr. Surg. 25 (1960), 1
58. Schwenzer, N.
Praeprothetisch -chirurgische Maßnahmen bei der
Alveolarkammatrophie
Zahnärztl. Welt 82 (1973), 332
59. Small, I.A., S.Brown, S.D.Kobernick
Teflon and silastic for mandibular replacement:
experimental studies and report of cases
J. Oral Surg. 22 (1964), 377
60. Smith, L.
Ceramic-plastic material as a bone substitute
Arch. Surg. 87 (1963), 653
61. Steinhäuser, E., H.Obwegeser
Rebuilding the alveolar ridge with bone and car-
tilage autografts
Oral Surg. 23 (1967), 203
62. Steinhäuser, E.
Vestibuloplasty - skin grafts
J. Oral Surg. 29 (1971), 777

63. Strunz, V., R.Harndt, H.Newesely, H.Iskraut, H.Brömer, K.Deutscher
Development and application of vitreous ceramic material in oral surgery
IADR Abstracts No. 245, London (1975)
64. Strunz, V., M.Bunte, R.Stellmach, U.M.Gross, K.Kühl, H.Newesely, H.Brömer, K.Deutscher
Glaskeramik als bioaktives Implantationsmaterial
Dtsch. zahnärztl. Z. 31 (1976), 69
65. Strunz, V., M.Bunte, U.M.Gross, K.Kühl, H.Brömer
Der Ersatz von Orbitarandteilen durch Glaskeramik - eine tierexperimentelle Untersuchung
Fortsschr. Kiefer-und Gesichtschir. Im Druck
66. Strunz, V., M.Bunte, R.Stellmach, U.M.Gross, K.Kühl, H.Brömer, K.Deutscher
Bioaktive Glaskeramik als Implantationsmaterial in der Kieferchirurgie
Dtsch. zahnärztl. Z. 32 (1977) im Druck
67. Struthers, A.M.
Experimental study of polyvinyl sponge as a substitute of bone
Plast.Reconstr.Surg. 15 (1955), 274
68. Terry, B.C., J.E.Albright, R.D.Baker
Alveolar ridge augmentation in the edentulous maxilla with use of autogenous ribs
J. Oral Surg. 32 (1974), 429
69. Terry, B.
Die Knochentransplantation zur Korrektur des atrophiierten Kieferkammes
2nd Congress European Association for Maxillo-Facial Surgery, Zürich (1974)
70. Thoma, K.H.
Progressive Atrophie des Unterkiefers und ihre Behandlung
Dtsch. Zahn-Mund-Kieferheilk. 31 (1959), 248
71. Thoma, K.H.
Oral Surgery
The C.V.Mosby Company, Saint Louis, 1969
72. Thompson, N., J.A.Casson
Experimental onlay bone grafts to the jaws
Plast. Reconstr. Surg. 46 (1970), 341

73. Topazian, R.G., W.B.Hammer, L.J.Boucher, S.F.Hulbert
Use of alloplastics for ridge augmentation
J. Oral Surg. 29 (1971), 792
74. Topazian, R.G., W.B.Hammer, C.D.Talbert, S.F.Hulbert
The use of ceramics in augmentation and replacement of portions of the mandible
J. Biomed. Mater. Res. 6 (1972), 311
75. Trauner, R.
Kiefer- und Gesichtschirurgie
Verlag Urban und Schwarzenberg, München und Berlin (1959)
76. Trauner, R.
10 Jahre Ergebnisse der Mylohyoideusplastik
Fortschr. Kiefer- und Gesichtschir. 10 (1965), 53
77. Trauner, R., A.Eskici, P.Kurhajec
Alveoplasty with ridge extension
Brit. J. Oral Surg. 8 (1970), 70
78. Wang, J.H., D.E.Waite, E.Steinhauser
Ridge augmentation: an evaluation and follow-up report
J. Oral Surg. 34 (1976), 600
79. Yeager, J.E., P.J.Boyne
Use of bone homografts and autogenous marrow in restoration of edentulous alveolar ridge
J. Oral Surg. 27 (1969), 185

Für die wertvollen Anregungen und die Unterstützung bei der Behandlung der Patienten sowie der Abfassung dieser Arbeit danke ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Dr. R. Stellmach.

Der Berliner Arbeitsgruppe für Implantologie und hier in erster Linie Herrn Dr. V. Strunz, dem Koordinator der Gruppe, danke ich besonders für die fruchtbare, sehr harmonische Zusammenarbeit. Ohne seine freundschaftliche Kollegialität und die Mitarbeit von Herrn Prof. Dr. U.M. Gross als Pathologen und Herrn Dr. K. Kühl als Veterinär wären diese Untersuchungen nicht möglich geworden.

Herrn Dipl. Chem. H. Brömer und Herrn Dipl. Phys. Dr. K. Deutscher von der Firma Ernst Leitz Wetzlar GmbH gebührt mein Dank für die stete Hilfsbereitschaft bei der Herstellung des Materials Ceravital^R und der technischen Hilfsmittel.

Lebenslauf

Am 24.6.1941 wurde ich in Echte als Sohn des Zahnarztes Dr. Wilhelm Bunte und seiner Ehefrau Barbara, geb. Steffen geboren.

Nach der Volksschule in Echte und dem Gymnasium Corvianum in Northeim studierte ich seit dem Sommersemester 1961 zunächst in Göttingen, dann in Freiburg/Brsg. Medizin. Die ärztliche Vorprüfung legte ich 1964 ab, begann 1965 in Göttingen mit Zahnmedizin als Zweitstudium und bestand 1967 die ärztliche Prüfung in Göttingen. Anschließend arbeitete ich für vier Monate am Städtischen Krankenhaus in Marktredwitz/Ofr. als Medizinalassistent auf der chirurgischen und geburtshilflichen Station. Ab Wintersemester 1967/68 setzte ich das Zahnmedizinstudium in Göttingen fort. Jeweils in den Sommersemesterferien arbeitete ich als Medizinalassistent: 1968 auf der internen Station des Städtischen Krankenhauses in Melsungen und 1969 ebenfalls in der internen Abteilung des Marienkrankenhauses in Dortmund-Hombruch.

Während des Zahnmedizinstudiums arbeitete ich unter Prof. Dr. Dr. Timm in der histochemischen Abteilung des Max-Planck-Institutes für experimentelle Medizin in Göttingen an meiner medizinischen Dissertation, die ich 1970 abschloß. Ebenfalls 1970 bestand ich in Göttingen das zahnärztliche Staatsexamen, erhielt die ärztliche Approbation, promovierte zum Dr.med. und arbeitete sechs Wochen als Assistent in der zahnärztlichen Praxis meines Vaters.

Seit dem 6.6.1970 bin ich als wissenschaftlicher Assistent unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. R. Stellmach an der Klinik für Kieferchirurgie und Plastische Gesichtschirurgie im Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin tätig. Die Facharztanerkennung erhielt ich 1976.

